

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra energetiky

**Návrh plynového vytápění rodinného domu**

***Systems Design of Gas Heating of Family House***

Student:

Jan Melecký

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Nezhoda, Ph.D.

Ostrava 2009

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Melecký**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 3904R016 Technika tvorby a ochrany životního prostředí  
Téma: **Návrh plynového vytápění rodinného domu**  
**Systems Design of Gas Heating of Family House**

### Zásady pro vypracování:

Navrhněte plynovou kotelnu a systém vytápění v rodinném domě. Práce bude obsahovat:

1. Popis stávajících technických možností v oblasti zásobování teplem rodinných domů
2. Výpočet tepelných ztrát rodinného domu dle ČSN 060210 a návrh otopných těles
3. Návrh zdroje tepla – domovní plynové kotelny, včetně přípravy teplé vody

### Seznam doporučené odborné literatury:

LULKOVÍČOVÁ, O, a kol., *Zdroje tepla a domovní kotelny*, JAGA, Praha 2004  
CIHELKA, J., *Vytápění, větrání, klimatizace*, SNTL, Praha 1985  
BAŠTA, J. a kol., *Výkresová dokumentace ve vytápění*, STP Praha 1999  
ČSN 060210 – Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění  
ČSN EN 12828 – Tepelné soustavy v budovách – navrhování teplovodních tepelných soustav

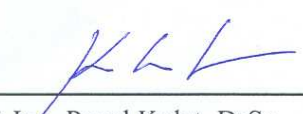
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Nezhoda, Ph.D.**

Datum zadání: 29.09.2008

Datum odevzdání: 22.05.2009



  
prof. Ing. Pavel Kolat, DrSc.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci, včetně příloh, vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

.....

podpis studenta

## Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě.....

.....

Jan Melecký

Adresa trvalého pobytu:

Novodvorská 57, Kravaře 747 21

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

MELECKÝ, J. *Návrh plynového vytápění rodinného domu*. Ostrava: katedra energetiky, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009, 50 s. Bakalářská práce, vedoucí: Nezhoda, J.

Bakalářská práce se zabývá návrhem vytápění rodinného domu pomocí plynového kotle. V úvodní kapitole jsou zmíněny požadavky na vytápění. Následující kapitola je věnována složení a výskytu zemního plynu. Dále jsou zde uvedeny současné způsoby a možnosti vytápění rodinných domů.

Na základě vypočtených tepelných ztrát zadaného rodinného domu je navržen plynový kondenzační kotel pro vytápění a přípravu teplé užitkové vody. O pokrytí tepelných ztrát v jednotlivých místnostech se starají otopná tělesa.

## ANNOTATION OF THESIS

MELECKÝ, J. *System Design of Gas Heating of Family House*. Ostrava: Department of Power Engineering, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2009, 50 p. Thesis, head: Nezhoda, J.

This project is all about a System design of gas heating of family house in cooperation with gas turbine. Introduction talks about what is important for heating. In another chapter are all the informations about natural gas – constitution and occurrence. This chapter also talks about another possibilities of heating in family houses.

Because of some thermal losses in family house there is a new suggestion for a gas condensing turbine which should make heating and warm supply water. In every single room you can find radiator for coverage of thermal losses.

# Obsah bakalářské práce

<b>SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ A ZKRATEK .....</b>	<b>7</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2 ZEMNÍ PLYN .....</b>	<b>10</b>
<b>3 MOŽNOSTI VYTÁPĚNÍ RODINNÝCH DOMŮ .....</b>	<b>12</b>
3.1 Zemní plyn .....	12
3.2 Propan a lehké topné oleje .....	13
3.3 Elektřina .....	14
3.4 Uhlí a koks .....	17
3.5 Biomasa .....	18
3.6 Tepelné čerpadlo .....	20
3.7 Solární systémy .....	23
<b>4 PLYNOVÉ KOTLE .....</b>	<b>24</b>
4.1 Závěsné kotle.....	25
4.1.1 Otevřené plynové spotřebiče .....	26
4.1.2 Uzavřené plynové spotřebiče .....	26
4.2 Stacionární kotle.....	30
4.2.1 Kotle s atmosférickým hořákem .....	31
4.2.2 Kotle s tlakovým hořákem .....	32
4.3 Kondenzační kotle.....	33
<b>5 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT RODINNÉHO DOMU .....</b>	<b>35</b>
5.1 Výpočtové předpoklady .....	35
5.2 Postup výpočtu .....	35
5.3 Hodnoty potřebné pro výpočet.....	37
5.4 Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce .....	38
5.5 Celkový výpočet tepelných ztrát rodinného domu.....	41
<b>6 ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ .....</b>	<b>42</b>
6.1 Návrh otopných těles.....	42
6.2 Stanovení výkonu kotle pro otopnou soustavu .....	45
6.3 Návrh zdroje pro vytápění a přípravu teplé vody.....	45
<b>7 ZÁVĚR .....</b>	<b>49</b>
<b>8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>50</b>
<b>9 PŘÍLOHY .....</b>	<b>51</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ A ZKRATEK

B	charakteristické číslo budovy	[ Pa <sup>0,67</sup> ]
L	délka spár otevíratelných částí oken a dveří	[ m ]
M	charakteristické číslo místnosti	[ 1 ]
$\dot{Q}_C$	celková tepelná ztráta	[ W ]
$\dot{Q}_K$	tepelný výkon kotle	[ W ]
$\dot{Q}_{\max}$	maximální tepelný příkon	[ W ]
$\dot{Q}_O$	základní tepelná ztráta prostupem tepla	[ W ]
$\dot{Q}_P$	tepelná ztráta prostupem tepla	[ W ]
$\dot{Q}_V$	tepelná ztráta větráním	[ W ]
$\dot{Q}_Z$	tepelný zisk	[ W ]
S	plocha konstrukcí	[ m <sup>2</sup> ]
V <sub>v</sub>	objemový tok větracího vzduchu infiltrací	[ m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
i <sub>LV</sub>	součinitel spárové provzdušnosti	[ m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> /m.Pa <sup>0,67</sup> ]
k	součinitel prostupu tepla	[ W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
k <sub>c</sub>	průměrný součinitel prostupu tepla všech konstrukcí	[ W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
l	tloušťka části konstrukce	[ m ]
p <sub>1</sub>	přirážka na vyrovnaní vlivu chladných konstrukcí	[ W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
p <sub>2</sub>	přirážka na urychlení zátoku	[ 1 ]
p <sub>3</sub>	přirážka na světovou stranu	[ 1 ]
p <sub>R</sub>	přirážka na tepelné ztráty v rozvodech	[ 1 ]
t <sub>e</sub>	výpočtová vnější teplota	[ °C ]
t <sub>gr</sub>	výpočtová teplota zeminy u nepodsklepených podlah	[ °C ]
t <sub>i</sub>	výpočtová vnitřní teplota	[ °C ]
Δt	teplotní rozdíl	[ °C ]
α <sub>e</sub>	součinitel přestupu tepla vnější	[ W.m <sup>-2</sup> .k <sup>-1</sup> ]
α <sub>i</sub>	součinitel přestupu tepla vnitřní	[ W.m <sup>-2</sup> .k <sup>-1</sup> ]
λ	součinitel tepelné vodivosti	[ W.m <sup>-1</sup> .k <sup>-1</sup> ]

## **Seznam zkratek a označení**

ČSN	česká národní norma
DPH	daň z přidané hodnoty
Kč	korun českých
kW	kilowatt
LCD	Liquid Crystal Display
m	metr
mm	milimetr
mld	miliarda
MJ	megajoule
MPa	megapascal
TČ	tepelné čerpadlo
TUV	teplá užitková voda
TZ	tepelná ztráta
tzv	takzvaný
W	watt



# 1 ÚVOD

Je prokázáno, že člověk polovinu svého života stráví doma, a proto je pochopitelné, že požaduje určitou pohodu a komfort bydlení. K této spokojenosti patří i tzv. tepelná pohoda bydlení. Nejdůležitější složkou prostředí v interiéru je tepelně vlhkostní mikroklima.

Člověk se umí přizpůsobit v souvislosti se svým fyzickým a psychickým stavem určitému mikroklimatu, avšak existuje zóna v níž se cítí nejlépe (tzv. neutrální zóna). Součástí neutrální zóny tepelně vlhkostního klimatu je i zóna tepelné pohody. Člověk by měl být ve stavu kdy nepociťuje chlad, ani nadměrné teplo. K tomu mu dopomáhají různé zdroje tepla, které se dělí podle velikosti zásobovaného okruhu, tepelného výkonu, spalovaného paliva a umístění zdroje tepla. Pod pojmem zdroj tepla si můžeme představit kotel, kogenerační jednotku, tepelné čerpadlo apod.

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem vytápění a přípravy teplé užitkové vody pomocí plynového kotle. V plynovém kotli se ohřívá voda a ta je dále rozváděna do topných těles což mohou být např. radiátory, podlahové topení nebo další topidla.

Převážná část rodinných domů je vytápěna plynem. Toto je zapříčiněno rozsáhlou plynifikací. Velký vliv na rozvoj plynifikace měla v minulém desetiletí dotace ve výši 6,1 mld. Kč z prostředku Fondu národního majetku. Vybudováním plynofikační sítě nastal velký zájem o plynová topení. Lidé většinou přešli z pevných paliv a zvýšili si tím komfort bydlení.

## 2 ZEMNÍ PLYN [ 8, 9, 10 ]

Zemní plyn se řadí mezi přírodní směs plynných uhlovodíků s převážnou částí metanu a nestejným množstvím inertních plynů. Používá se jako důležité fosilní palivo a také jako zdroj pro výrobu dusíkatých hnojiv. Je to bezbarvý plyn, který je hořlavý a bez zápachu a navíc nemá žádnou chuť. Zemní plyn se nachází poměrně často s uhlím nebo s ropou. V případě uhlí mluvíme o karbonském zemním plynu a v případě ropy se jedná o tzv. naftový zemní plyn.

### Přibližné fyzikální charakteristiky zemního plynu

- Hustota: suchý plynný:  $0,7 \text{ kg/ m}^3$  (lehčí než vzduch)  
kapalný:  $400 \text{ kg/ m}^3$
- Molární hmotnost:  $M = 0,0164 \text{ kg/ mol PICA}$
- Zápalná teplota:  $650 \text{ }^\circ\text{C}$
- Teplota plamene:  $1957 \text{ }^\circ\text{C}$
- Výhřevnost:  $16\text{--}34 \text{ MJ/ m}^3$  (plynný)
- Oktanové číslo:  $120\text{--}130$  (při použití ve spalovacích motorech)
- Množství spal. vzduchu:  $9,56 \text{ m}^3 \text{ vzduchu/ m}^3 \text{ zemního plynu}$

### Složení zemního plynu

Tab. 2.1: Složení zemního plynu

<b>CH<sub>4</sub></b>	98,00%
<b>vyšší uhlovodíky</b>	1,16%
<b>CO<sub>2</sub></b>	0,05%
<b>N<sub>2</sub></b>	0,79%
<b>S</b>	0,20 mg/ m <sup>3</sup>

### Vlastnosti zemního plynu

Tab. 2.2: Vlastnosti zemního plynu

<b>výhřevnost</b>	9,5 kWh/ m <sup>3</sup>
<b>spalné teplo</b>	10,5 kWh/ m <sup>3</sup>
<b>hustota</b>	0,69 kg/ m <sup>3</sup>

### **Výhody zemního plynu**

- Zemní plyn se řadí mezi nejekologičtější zdroje energie současnosti.
- Obrovské celkové zásoby o kterých se dá říct, že neklesají, ale naopak rostou.
- Stálá dodávka zemního plynu 24 hodin denně po 356dní.
- Transport zemního plynu nijak nenarušují klimatické poměry ani veřejné komunikace.
- S výstavbou plynového potrubí nikterak nesouvisí vizuální znehodnocení krajiny, neboť potrubí je uloženo v podzemí.
- Zemní plyn přispívá k zvyšování komfortu bydlení, odpadají starosti s objednávkami paliva, skladováním, dopravou atd. jakož tomu je např. u uhlí, dřeva.
- Zákazník má stálý dohled nad spotřebou zemního plynu díky plynoměru.
- Taktéž tuto spotřebu si sám dokáže ovlivnit pomocí plynových spotřebičů a u vytápění pomocí regulace nastavovat takové teplotní parametry, které mu vyhovují.
- Zaručená vysoká výhřevnost zemního plynu.
- Obrovské uplatnění v průmyslu a mnohostranné použití.

### **Nevýhody zemního plynu**

- Nutnost dbát na zabránění vzniku jakýchkoli netěsností potrubí.
- Vysoká nebezpečnost otravy v případě úniku oxidem uhelnatým.
- Daleko vyšší náklady na dopravu než u ropy.
- Politická a ekonomická rizika.
- Cenový růst zemního plynu.

### **3 MOŽNOSTI VYTÁPĚNÍ RODINNÝCH DOMŮ**

**[ 1, 2, 6, 11, 12, 13 ]**

Vytápění rodinných domů je možno volit různými způsoby, ale musí se brát ohled na několik zásad při výběru:

- dostupnost a možnost daného způsobu vytápění
- pořizovací a provozní náklady
- předpokládaný růst cen paliva
- dostupnost paliv pro vytápění
- nároky uživatele na vytápění
- konstrukce stavby rodinného domu
- jednoduchost a pohodlnost zařízení na obsluhu
- spolehlivost a dlouhá životnost zařízení

#### **3.1 Zemní plyn**

V České republice je nejrozšířenějším způsobem vytápění pomocí zemního plynu. Celé vytápění plynem se rozděluje do dvou kategorií:

##### **Lokální vytápění zemním plynem**

Největší výhodou lokálního vytápění je, že každá vytápěná místnost má svůj nezávislý zdroj tepla. Tohoto vytápění se využívá především v menších domech. V kombinaci proudění vzduchu a sálavého tepla není pro plynový zdroj problém vytopit místnost za velmi krátkou dobu. Plynová topidla mohou být v provedení jako plynová kamna a krby nebo tepelné zářiče. Plynová kamna jsou v provedení s otevřeným spalováním nebo s uzavřeným spalováním. Otevřeným spalováním se myslí, že vzduch pro hoření je odebírán přímo z vytápěné místnosti a v případě uzavřeného spalování se mluví o odebírání vzduchu z venkovního prostředí. Většinou zdroj nepotřebuje dodávku elektrického proudu, piezoelektrické zapalování se obejde i bez zápalek. O regulaci se stará termostatická regulace, která udržuje zvolenou teplotu. Většina spotřebičů s otevřeným spalováním má v přerušovači tahu tzv. pojistku zpětného tahu spalin, která vypne spotřebič při vrácení se spalin zpět do místnosti.

## Centrální vytápění zemním plynem

Do topných těles je voda ohřívána v plynovém teplovodním kotli. O plynových kotlích více v kapitole 4.

### 3.2 Propan a lehké topné oleje

Tyto druhy paliv se spíše uplatňují v místech, které nejsou plynofikovány. Propan, propan-butan nebo nízkosírné topné oleje patří k tzv. novým způsobům ekologického vytápění. Je to bezobslužný způsob topení. Firmy dodávající propan se starají o kompletní servis a dodávku paliva v akumulacích nádrží. Z propanových spotřebičů je velmi snadný a finančně nenákladný přechod na zemní plyn. Zásobník pro zkapalněný plyn je umístěn mimo rodinný dům a potrubím je přiváděn ke spotřebiči. Vytápění lehkým topným olejem je rovněž nenáročné na obsluhu.

Lehký topný olej je ekologické palivo s velkou výhřevností. Uváděná účinnost kotlů na tento druh oleje dosahuje až 95%. V České republice není tento způsob vytápění tolik rozšířen, ale v budoucnu se situace může změnit i díky již zmíněné ekologičnosti. Palivo je uskladňováno v nádržích, které mohou být přímo vedle kotle nebo v některých jiných místnostech domu. Objem jedné nádrže je 1000 litrů. U nádrží nechybí ani informační systém, který upozorňuje na případné doplnění oleje. Průměrná spotřeba v rodinném domě o rozloze okolo 150 m<sup>2</sup> je necelých 3000 litrů oleje ročně. Zde taktéž není problém v předělání kotle na jiný druh spalovaného paliva, např. na řepkový olej. Pořizovací cena kotle spalující lehký topný olej je srovnatelná s ostatními topnými spotřebiči. Cena paliva je závislá na ceně ropy.



**Obr. 3.1:** Nadzemní zásobník propanu

Zdroj: <http://www.flaga.cz/products.php?section=zasobniky>

### 3.3 Elektřina

Vytápění rodinného domu elektrickou energií nevyžaduje velké zásahy do stavby. K elektrické energii je připojena drtivá většina domácností. Jednoduše je možnost rozvést ji do jednotlivých místností domu. Účinnost přeměny elektrické energie na teplo dosahuje téměř 100%. Jak u plynového vytápění, tak i zde se můžeme setkat s lokálními topidly, které jsou rozměrově malé a jednoduše regulovatelné. Jedním z rozhodujících faktorů k volbě vytápění elektrickou energií je její cena. Ta je relativně vysoká a mnoho lidí odradí.

Většinou se elektrické vytápění navrhuje u domů, které mají nízké tepelné ztráty nebo z některých jiných důvodů nelze uplatnit výhodnější zdroj tepla. Nutno zdůraznit i to, že při tomto vytápění nevzniká žádný odpad ani spaliny.

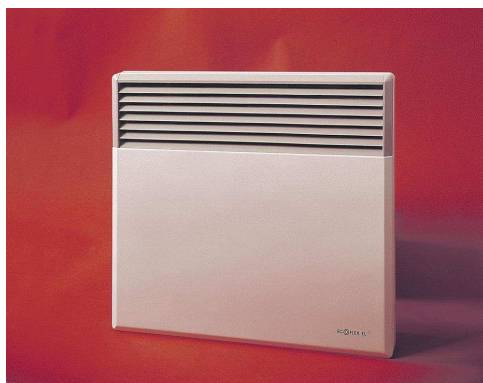
#### **Přímotopné lokální vytápění**

Zde je zdroj umístěn přímo ve vytápěném prostoru, rovněž jako tomu bylo u plynového vytápění. Nejtypičtější představitel přímotopného lokálního vytápění je elektrický konvektor.

#### **Elektrické konvektory**

Tyto konvektory se používají především pro krátkodobé vytápění. Konvektory jsou většinou montovány na stěnu. Těleso předává teplo převážně konvekcí.

Konvektory jsou opatřeny regulací pro nastavení teploty v místnosti a času topení. Nízká pořizovací cena je výhodou.



**Obr. 3.2:** Elektrický nástěnný konvektor

Zdroj: [http://shop.fenixgroup.cz/static/\\_foto\\_zbozi/2/8/8/21V5415205.\\_.\\_.o.JPG](http://shop.fenixgroup.cz/static/_foto_zbozi/2/8/8/21V5415205._._.o.JPG)

### **Infrazářiče**

Infračervené tepelné záření je do prostoru vyzařováno sálavým křemíkovým zdrojem. Infračervené záření prochází místností a zahřívá předměty a osoby, na které toto záření dopadne. Nacházejí uplatnění především v koupelnách, ale i zahrady, sklady apod.



**Obr. 3.3:** Elektrický infrazářič

Zdroj: <http://www.e-elektra.cz/shopimg/251890000.jpg>

### **Sálavé panely**

Jak už název napovídá, tak předání tepla zde probíhá na základě sálání. Velkou výhodou sálavých panelů je nižší spotřeba ve srovnání s jinými systémy, jednoduchá regulace, nižší teplota a tím i spojena vyšší vlhkost vzduchu.

### **Teplovzdušná topidla (teplomety)**

Úkolem těchto zařízení je rychlé ohřátí vzduchu v místnosti. Cirkulace vzduchu je zde nucená. Teplomety mají malé rozměry a snadnou regulaci. Proudění teplého vzduchu zajišťuje ventilátor.

### **Topné kabely**

Slouží pro komfortní a zdravé podlahové vytápění jednotlivých místností. Ideální pod dlažbu. Topný systém nejeví známky hlučnosti a vytváří rovnovážnou tepelnou pohodu. Pokládají se do materiálů s perfektní tepelnou vodivostí, většinou betonová vrstva. Spíše vhodné použít tam, kde je zapotřebí ohřívat podlahu za krátký okamžik na přijatelnou teplotu např. dlažba v koupelně apod. Možno pokládat samostatný kabel nebo rošt, kde už je kabel připevněn ve smyčkách. Přenos tepla zde probíhá radiací. Výhod topných kabelů je nespočetně mnoho, od snadné a rychlé montáže přes nenarušení interiéru až po dlouhou životnost, bez nákladů na údržbu.



**Obr. 3.4:** Elektrický topný rošt

Zdroj: <http://cms.tvujdum.cz/userdata/images/192032-Rohoze.jpg>

### **Topné fólie**

Topné fólie se vyrábějí z materiálu, který má velký odpor. Mívají výkony kolem  $60 \text{ W/m}^2$ . Jejich montáž by neměla být prováděna při nižší teplotě jak  $3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Jejich výhodou je suchá montáž. Podle druhu topné fólie umísťujeme pod podlahovou krytinu, na stěnu pod sádkarton nebo do stropu.

### **Olejové radiátory**

Vhodné pro vytápění především nepravidelně obytných prostorů např. chaty, chalupy atd. Vyrábí se jako mobilní zařízení, které je přenosné, v některých případech spotřebič opatřen i pojízdnými kolečky k snadnému přemístění. Olej díky své tepelné kapacitě na rozdíl od vody snižuje dobu zahřátí na požadovanou teplotu až o polovinu.

### **Akumulační lokální vytápění**

#### **Akumulační kamna**

- **Statická** - na základě teplotních poměrů v místnosti je dodáváno teplo prouděním vzduchu. Jedná se o jednoduchý systém ohřevu vzduchu, studený vzduch po nasátí je ohříván v akumulacním jádru a následně předáván místnosti už jako ohřátý. Množství dodaného ohřátého vzduchu do místnosti je možno řídit tzv. regulační klapkou. Statická akumulacní kamna nacházejí své uplatnění spíše jako doplňkový zdroj tepla.
- **Dynamická** - zde si dodávku tepla volíme zcela sami. Dynamická akumulacní kamna jsou opatřena ventilátorem, jenž je ovládán prostorovým termostatem nebo jiným regulátorem. Ventilátor odvádí teplo z akumulacního jádra zdroje. Kamna mají výborné



izolační vlastnosti a po nabití v nočním tarifu udrží teplo celý den. Při výběru dynamických kamen může hrát roli i hlučnost ventilátoru, která je mnohdy nepříjemná.

➤ **Hybridní** - hybridní akumulární kamna mají dvě části, akumulární i přímotopnou. Důvodem příchodu na trh bylo snížení příkonu v akumulární části. Akumulární část se skládá z akumulárního jádra, kde jsou odporové topné tělesa.

## **Ústřední elektrické vytápění**

### **Elektrokotel**

Podstatou elektrokotle je elektrická topná vložka, která spolupracuje s oběhovým čerpadlem a termostatem. Elektrokotel se většinou instaluje místo jiného zdroje vytápění např. kotle na uhlí nebo tam, kde má vypomáhat jako další zdroj tepla. Elektrickou topnou vložku je možno instalovat i do kotle na dřevo, což je finančně výhodnější, ale naopak méně účinné.

## **3.4 Uhlí a koks**

Hnědé uhlí je v současné době levnější než zemní plyn a mnoho dalších paliv. Ale na druhou stranu to je nejhorší možné palivo, co se týče účinnosti, komfortu vytápění a znečištění ovzduší. Dražším palivem je koks s černým uhlím, ale při spalování jsou ekologičtější.

### **Lokální topidla na uhlí**

#### **Klasická kamna**

Mohou sloužit jak pro spalování uhlí, tak i briket a dřeva. Snadné přikládání paliva díky velkým dvířkům. Požadované teplo je předáváno sáláním a konvekcí. Možnost obrovského výběru kamen od různých výrobců.

#### **Krby a krbové vložky**

Vizuální podoba zde hraje větší roli než vytápění samotné. Krby, které si přisávají vzduch potřebný pro hoření z místnosti mívají v drtivých případech mizernou účinnost. Tento vzduch je nutno přivést kanálem do spodní části krbu. Při spalování uhlí v krbech jsou emise vyšší než u klasických kamen.

### **Kachlová kamna**

U těchto kamen díky nízké povrchové teplotě nedochází k pálení prachu na povrchu. Další výhodou je obrovská akumulace tepla a rychlý výtop místností. U kachlových kamen je teplo předáváno konvekci i radiací díky velké obvodové ploše stěn. Do dalších místností lze teplo dodávat pomocí rozvodů, kterými lze i regulovat výdej tepla. Účinnost u špičkových kamen dosahuje až 85%.

### **Kotle na uhlí nebo koks pro ústřední vytápění**

U mnoha lidí v minulosti nenahraditelný zdroj tepla. Postupem času drtivá většina z nich začala přecházet na zemní plyn, v menších případech na elektrické přímotopy. U klasických kotlů lze výkon kotle ovlivnit množstvím přiváděného vzduchu pod rošt a množstvím přiváděného vzduchu do plamene. Vzduch přiváděný do plamene zabraňuje dalšímu postupu těkavých látek, které jsou uvolněny z oxidu uhelnatého. Účinnost těchto kotlů bývá kolem 60%.

### **Zplynovací kotle**

Jsou navrženy pro spalování hnědého uhlí i dřeva. Spaliny jsou zde odsávány odtahovým ventilátorem z kotle. Kotel se skládá ze dvou nad sebou položených komor, horní komora plní úkol zásobníku paliva, ve spodní komoře se palivo spaluje. Dokonalé zplynování uhlí a dřeva a jednoduché odstranění popela zajišťuje otáčecí rošt, který je umístěn mezi horní a dolní komorou. Zplynovací kotle existují i s automatickým přikládáním paliva, jsou opatřeny zásobníkem uhlí či dřeva.

### **Kotle na koks**

Výhodou koksu je to, že neobsahuje těkavou hořlavinu. Z tohoto důvodu lze spalovat ponořovacím způsobem. Vznikající emise při spalování koksu jsou menší než při spalování hnědého uhlí. V kotlích na koks většinou můžeme spalovat uhlí i dřevo, ale za předpokladu, že kotel je opatřen klapkou, která určuje způsob hoření.

## **3.5 Biomasa**

Biomasa je charakterizována jako hmota organického původu. Biomasou pro vytápění je především dřevo, dřevní odpad, sláma a případné zbytky spojené se zemědělskou výrobou. Je zařazena k nejstarší a nejdéle používané energii. Největší její

výhodou je, že neznečišťuje životní prostředí. U biomasy se udává výhřevnost v závislosti obsahem vody v daném druhu spalovaného materiálu. U dřevních briket nebo peletek je prakticky obsah vody nulový, a proto se to odráží na ceně. K dokonalému vyschnutí dřeva se udává skladování po dobu dvou let.

### **Lokální topidla na dřevo**

Mezi tato topidla patří i veškerá kamna, která již byla zmíněna v sekci o spalování uhlí. Avšak spalováním dřeva v kamnech na uhlí není tak účinné jako v kamnech konstruována přímo pro dřevo. Je to zapříčiněno tím, že při hoření dřeva vzniká jiný plamen než u uhlí.

### **Teplovodní kotle na dřevo**

Teplovodní kotle ve většině případů používají pyrolýzní spalování. V tepelně izolované násypce se spaluje dřevo a přivádí se určité množství primárního vzduchu. Sekundární vzduch je pak přiváděn do spodní části kotle, kde se spalují při vysoké teplotě horké plyny. Tyto kotle vypouštějí velmi malé množství škodlivých látek při běžném výkonu. Nesmíme dopustit poklesu výkonu kotle pod určitou hranici nominálního výkonu a ta bývá okolo 40%. Teplovodní kotle v současné době mohou být opatřeny akumulací nádrží, která vykompenzuje výkon kotle s aktuální spotřebou tepla v domě. Po ohřátí vody v nádrži lze touto vodou vytápět dům a kotel je možno nechat zcela vyhasnout.

### **Teplovodní kotle na peletky**

Vytápění peletkami nese některé výhody proti obyčejnému dřevu, které není nijak připravené pro spalování. Dodávají je jako vysušené, takže odpadá jakási doba skladování kvůli odstranění vlhkosti. V místnosti, kde skladujeme peletky se rovněž nemůže objevovat vlhkost, která by mohla zapříčinit rozklad peletek. Palivo je do kotlů dopravováno pomocí šnekového dopravníku automaticky. Setkáváme se i s možností zásobníku na peletky, který se musí doplňovat dle potřeby. Peletky se spalují bez zplyňování, tzv. přímo.

Co se komfortu týče, tak spalování peletek v kotlích je srovnatelné se spalováním lehkých topných olejů nebo plynem. Nabídka kotlů na peletky je obrovská, horší je to s dodávkou peletek samotných.

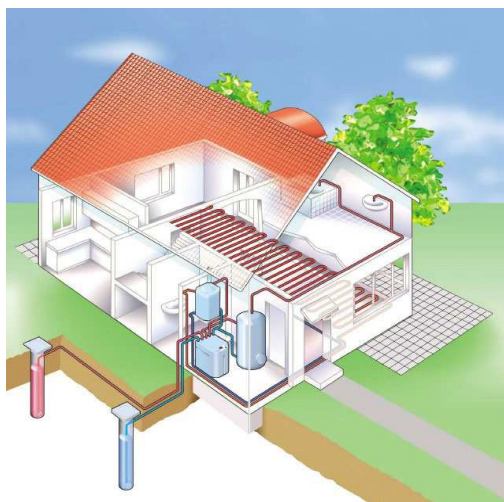
### 3.6 Tepelné čerpadlo

Tepelná čerpadla jsou taková zařízení, která umí získávat teplo z chladnějšího tělesa a následně přenášet na těleso teplejší. Chladnějším tělesem se myslí zemina, voda nebo vzduch a teplejším tělesem topná voda či vzduch v domě. V podstatě se dá říct, že tepelné čerpadlo využívá nízkopotenciální energii zdroje a převádí tuto energii na využitelnou tepelnou energii.

Nutno podotknout, že tepelné čerpadlo energii nevyrábí, ale přeměňuje na vyšší teplotní úroveň pomocí kompresoru, který je poháněn elektrickým motorem.

#### Tepelné čerpadlo voda - voda

U systému voda - voda se vyžaduje dostatečná vydatnost vody, která pro rodinný dům musí dosahovat minimálně 0,5 l/s. Příznivé hydrogeologické podmínky jsou také předpokladem před realizací tohoto systému. Podzemní voda má stálou teplotu, která se pohybuje okolo 10 °C. Proto je vhodným zdrojem pro tepelné čerpadlo. K odebrání tepla z vody je zapotřebí dvou studen. Z první studny se voda čerpá do výparníku tepelného čerpadla, kde se voda ochladí a následně dodává do druhé, vsakovací studny. Během doby průtoku mezi oběma studnami se voda opět ohřeje.



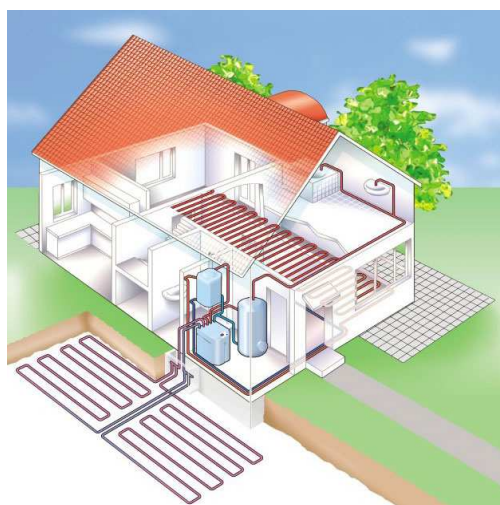
**Obr. 3.5:** Tepelné čerpadlo voda - voda

Zdroj: <http://www.mvb.cz/userfiles/images/tepelna-cerpadla/tepelne-cerpadlo-voda-voda.jpg>

### **Tepelné čerpadlo země – voda**

#### **Tepelné čerpadlo zemní kolektor - voda**

U tohoto systému je zdrojem nízkopotenciální energie země, z které se odebírá energie pomocí kolektoru z plastových hadic, v kterých protéká nemrznoucí roztok. Hadice jsou uloženy v hloubce 1,5 až 2 metry. Potřebná plocha na 1 kW výkonu tepelného čerpadla se uvádí 10 až 30 m<sup>2</sup> plochy pozemku. Záleží na typu zeminy a lokalitě. Většinou se pořízení tohoto systému realizuje při stavbě domu, kdy tolik nevádí „rozkopání“ pozemku.

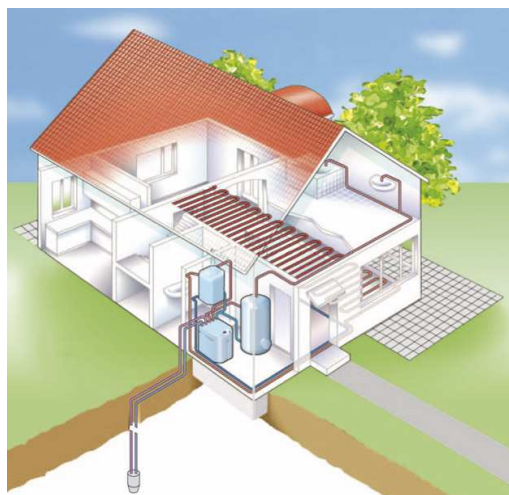


**Obr. 3.6:** Tepelné čerpadlo zemní kolektor - voda

Zdroj: <http://www.mvb.cz/userfiles/images/tepelna-cerpadla/tepelne-cerpadlo-zeme-voda-kolektor.jpg>

#### **Tepelné čerpadlo zemní vrt - voda**

Tam kde není možno aplikovat zemní kolektor se uplatňuje hloubkový vrt, který se skládá ze svazku trubek. Často se používá i několik vrtů, které jsou paralelně spojeny. U rodinných domů se hloubka vrtu provádí v rozmezí 50 - 120 metrů. U zemních vrtů je výhodou rovnoměrnější teplota oproti zemnímu kolektoru pod povrchem. V hloubkách 10 metrů a níže je v podstatě teplota, která je neměnná a rovna průměrné roční teplotě okolo 8 °C. Pro 1 kW výkonu tepelného čerpadla je zapotřebí 12-ti až 18-ti metrový hlubinný vrt. Výhodou je, že systém vyžaduje minimální plochu pro vrt.



**Obr. 3.7:** Tepelné čerpadlo zemní vrt - voda

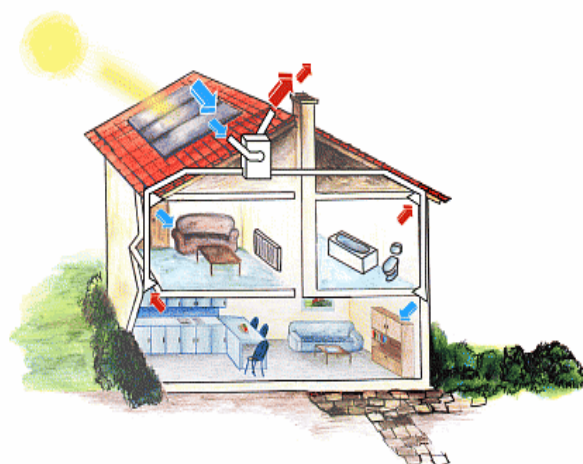
Zdroj: <http://www.mvb.cz/userfiles/images/tepelna-cerpadla/tepelne-cerpadlo-zeme-voda-.jpg>

### **Tepelné čerpadlo vzduch - voda**

Využívá se nejdostupnější zdroj tepla, kterým je vzduch. Tepelné čerpadlo vzduch- voda je schopno pracovat do velmi nízkých teplot až do  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Účinnost čerpadel při takto nízkých teplotách je malá, proto se vyplatí od teploty okolo  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  používat záložní zdroj tepla. Vynikající účinnost tato tepelná čerpadla mají na jaře a na podzim, kdy je teplota vzduchu vyšší než teplota vody či země. Mezi nevýhody tohoto zdroje patří kolísání teplot venkovního vzduchu.

### **Tepelné čerpadlo vzduch - vzduch**

Tepelná čerpadla vzduch - vzduch využívají energii ve vzduchu a předávají ji ve formě tepla k vytápění či chlazení objektů. Princip těchto čerpadel je shodný s principem klimatizace. Použít tepelné čerpadlo jako klimatizaci nečiní žádný problém, jde to bez jakéhokoliv zásahu do systému. Podmínkou je instalování vzduchotechnického rozvodu.



**Obr. 3.8:** Tepelné čerpadlo vzduch - vzduch

Zdroj: [http://www.slunecnikolektory.cz/cz/tepelna\\_cerpadla\\_vzduch\\_vzduch.php3](http://www.slunecnikolektory.cz/cz/tepelna_cerpadla_vzduch_vzduch.php3)

### 3.7 Solární systémy

#### Pasivní solární systémy

Snad každý rodinný dům využívá tepelnou energii ze svého okolí. U pasivních systému se jedná o zcela přirozenou cestu přenosu energie bez jakéhokoliv technického zařízení. Realizace lze nejvíce využít při stavbě rodinných domů, ale i přestavba již postavených domů není problém. Energetický přínos pasivních systému je individuální. Může se jednat o výstavbu zimních zahrad, skleněných verand či jiných skleněných přístavků.



**Obr. 3.9:** Pasivní solární systém

Zdroj: [http://i.idnes.cz/07/072/maxi/WEB1c6c97\\_Kopie\\_NED\\_Di9581\\_ekowatt.jpg](http://i.idnes.cz/07/072/maxi/WEB1c6c97_Kopie_NED_Di9581_ekowatt.jpg)

### Aktivní solární systémy

Zde je energie získávána pomocí kapalinových kolektorů. S pořízením solárních kolektorů nesouvisí žádná přestavba či úprava objektu, tak je možno kolektor instalovat jak na starší, tak i na nové rodinné domy. Energie získána ze slunce je kumulována v zásobníku. Podmínkou u solárních kolektorů je vždy systém zapojit paralelně s dalším zdrojem tepla. Je to z důvodu nepravidelného nebo nedostatečného slunečního svitu. Solární kolektory by měly být orientovány na jih s minimální odchylkou na západ, z důvodu využití energie i při západu Slunce. V letních měsících je možno přebytkem tepla ohřívat vodu v bazénech.



**Obr. 3.10:** Aktivní solární systém

Zdroj: <http://www.panoelektro.com/media/solarni-systemy.jpg>

## 4 PLYNOVÉ KOTLE [ 1, 6, 11 ]

V současné době patří plynové kotle k nejrozšířenějším zdrojům tepla. Je to zapříčiněno hned několika vlastnostmi - velmi nenáročný a čistý provoz, při spalování plynu nevzniká žádný tuhý odpad, snadné načasování doby topení kotle díky moderním regulacím, široká škála výkonnostních kategorií a díky modernímu designu snadno zapadnou do interiéru. Každý plynový kotel potřebuje k provozu plyn, elektrickou energii (sloužící pro pohon oběhového čerpadla, ale také při zapálení hořáku a v některých případech pro pohon spalínového ventilátoru) a v poslední řadě vodu, kterou ohřívá. Toto jsou vyjmenovány základní požadavky, které by měly mít místo, kde přijde nainstalovat plynový kotel. Plynové kotle lze rozdělit na kotle, které ohřívají vzduch (teplovzdušné systémy) nebo vodu (teplovodní systémy).



**Teplovzdušné kotle** - využívají se pro vytápění velkých výrobních hal, prostorů, kde je větší objem vzduchu. Pro teplovzdušné vytápění se využívá stejný kotel jako u teplovodního systému, ale rozdíl je ve výměníku.

**Teplovodní kotle** - zaujímají na trhu největší možnou nabídku tepelných zdrojů. Plynové kotle se rozdělují podle konstrukce na stacionární (kotel, který je na podlaze) a na závěsné (kotle pověšené na stěně označovány taky jako nástěnné).

## 4.1 Závěsné kotle

Moderní závěsné kotle bychom mohli zařadit mezi přístroje „bílého“ zboží. Pro rodinné domy mají v současnosti „zelenou“ právě nástěnné kotle. Uživatel si nedělá tak velké starosti s umístěním kotle a tuto realizaci lze provést prakticky v kterékoliv místnosti. Nejčastěji to bývají místnosti jako je koupelna, technická místnost, ale výjimkou není ani kuchyňská linka. Rozhodující místo pro osazení kotle ovlivňuje odvod spalin.

Tento druh kotlů je na trhu velmi žádan a oblíben z důvodů hned několika charakteristických vlastností:

- snadná montáž
- menší požadavky na prostor a malé rozměry zdroje
- designové provedení
- okamžitá dodávka tepla či teplé vody v případě potřeby
- bezpečnost a ekonomičnost provozu
- přehlednost pro servisní firmy
- malý objem vody
- možnost automatické regulace výkonu kotle

Závěsné kotle lze konstrukčně rozlišit podle odvodu spalin do komínového tělesa, přívodu vzduchu sloužícího pro podporu hoření a podle účelu kotle.

Pomocí nízkotlakého atmosférického hořáku se spaluje plynné palivo, z hořáku uvolněné teplo ohřívá přes teplosměnnou plochu výměníku teplotonosnou látku - vodu. Při spalování vznikají škodliviny, které jsou odváděny komínovým tělesem ve formě spalin pryč. Všechny nástěnné kotle, u kterých tepelný výkon nepřekračuje 50 kW, jsou definovány jako plynové spotřebiče. Potřebný vzduch ke spalování u těchto typů kotlů

je buď nasáván přímo z místnosti, kde je kotel umístěn nebo průduchem (komínem). U nasávání vzduchu z místnosti mluvíme o otevřeném spotřebiči a u nasávání šachtou jde o uzavřený spotřebič, většinou označen jako „turbo“ provedení.

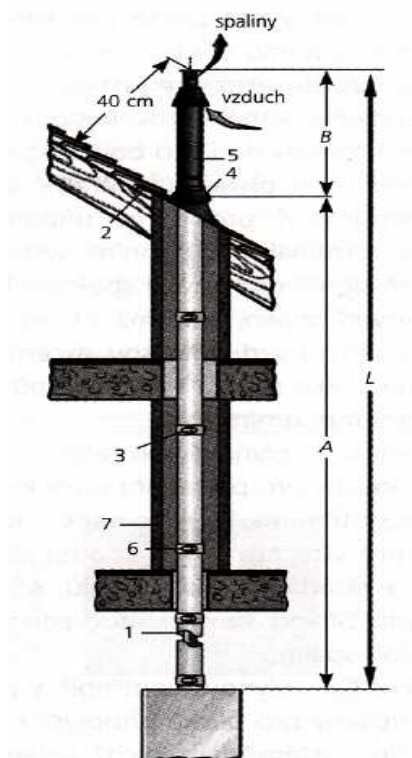
#### **4.1.1 Otevřené plynové spotřebiče**

Tyto nízkotlaké kotle mají řešení odvod spalin do komína přirozeným způsobem a vzduch nasávají z místnosti. Otevřené plynové spotřebiče mají vždy přerušovač tahu, který odděluje spalovací komoru od komínové části.

#### **4.1.2 Uzavřené plynové spotřebiče**

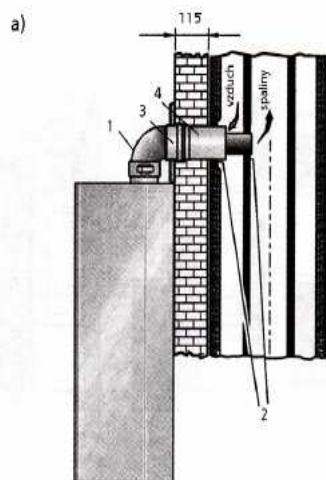
U těchto plynových spotřebičů se jedná o uzavřenou spalovací komoru, spotřebiče nejsou závislé na umístění a prostoru, co se týče množství vzduchu. Potrubní systém pro odvod spalin zároveň slouží k přívodu spalovacího vzduchu. Jednotlivé otvory průduchu jsou soustředně umístěny blízko sebe při stejných klimatických podmínkách. Je to systém trubka v trubce, kdy vnějším potrubím nasávám vzduch a vnitřním odvádím spaliny.

Stejně jako u otevřených plynových spotřebičů, tak i zde platí stejné podmínky při projekci a návrhu zařízení, s výjimkou umístění do prostoru, kde neplatí žádné omezení. Z důvodu snadného přívodu vzduchu potřebného ke spalování se dají umístit prakticky kdekoli. Odvod spalin se doporučuje napojením na šachtu, komínové těleso, někdy možno i na komínové těleso typu LAS. Komplikovanější odvod spalin je přes svislou obvodovou konstrukci domu.



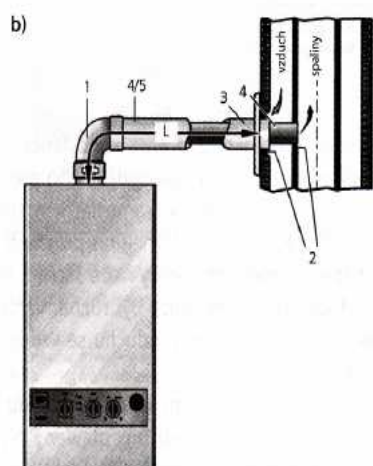
**Obr. 4.1:** Svislý přívod vzduchu a odvod spalin vedením nad šikmou střešní konstrukcí pro uzavřený nástěnný plynový spotřebič [ 1 ]

1- přívod vzduchu vnější rourou, 2- přechodový kus pro odvod deště, 3- příchytka, 4- přechodový kus- střešní, 5- vnější roura pozinkovaná, 6- roura pro odvod spalin, 7- ochranná roura, A- výška vyústění po střechu, B- výška vyústění nad střechou, L- povolená délka u přímého vyústění.



**Obr. 4.2:** Soustředné vedení vzduchu a spalin do soustředné vzduchové a spalinové soustavy pro více uzavřených spotřebičů (systém LAS)

a) přímé zadní připojení na komínové těleso s přízdívkou, [ 1 ]



b) přímé připojení zboku bez přízdívky; [ 1 ]

1- soustředné oblouky, 2- těsnění na prostupu rour, 3- přívod vzduchu vnější rourou, 4- odvod spalin vnitřní rourou, 4/5- soustředné přímé roury, L- rozvinutá délka roury kouřovodu

## **Kombinované závěsné kotle**

Tento druh kotlů slouží k výrobě tepla pro otopnou soustavu, ale také pro přípravu teplé užitkové vody. Z hlediska způsobu přípravy teplé vody lze kombinované nástěnné kotle rozdělit na:

- průtokové spotřebiče s bitermickým výměníkem - tyto spotřebiče zvládají připravovat teplou užitkovou vodu při vypnutém tepelném výkonu pro dodávku tepla v otopné soustavě
- spotřebiče s integrovaným sekundárním výměníkem tepla
- kotle se zásobníkem teplé vody, který je součástí kotle
- spotřebič se zásobníkem teplé vody pod nebo vedle kotle, či nepřímo vytápěný vedle kotle

Zásobník teplé vody má větší kapacitu a dodávka vody je pochopitelně komfortnější.

### ***Průtokový ohřev teplé vody***

Bitermický výměník tepla, který je umístěn nad spalovací komorou, v případě požadavku přednostně připravuje teplou užitkovou vodu před vytápěním otopné soustavy tím, že vypne čerpadlo otopné soustavy. Uživatel si sám volí teplotní a průtokové parametry automatickou regulací.

Tento druh kotlů je doporučován dávat spíše tam, kde nejsou vysoké nároky na TUV a odběrová místa jsou blízko spotřebiče.

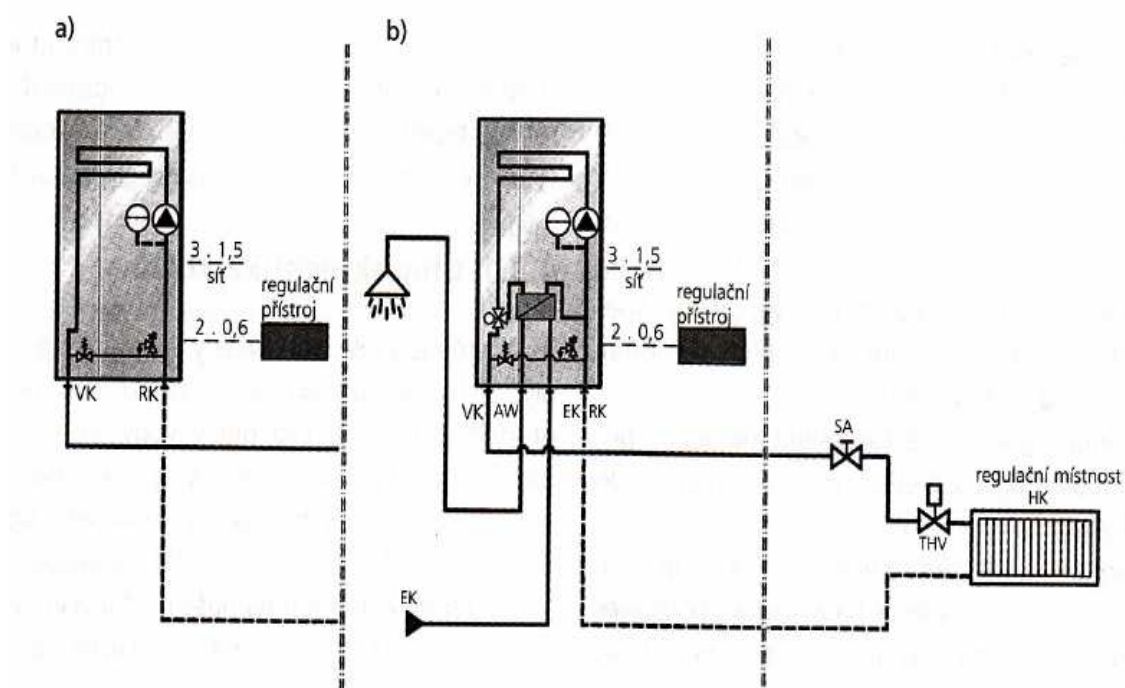
### ***Ohřev s integrovaným zásobníkem teplé vody***

Integrovaný zásobník vně konstrukce kotle zajišťuje vysoký komfort uživatele i při větším odběru vody. Zásobníky se většinou vyrábějí pro objemy 25 až 60 litrů vody, což pokryje spotřebu vody při sprchování.

Při krátkodobém odběru vody ze zásobníku je kotel v klidu, do teplé vody nastartuje až při dlouhodobějším odběru, kdy teplota vody v zásobníku poklesne. Až dohřeje vodu v zásobníku na požadovanou teplotu, tak může opět začít s vyhříváním otopného systému.

### **Ohřev vody pomocí samostatného výměníku**

Tento druh plynových kotlů je vybaven samostatným výměníkem určeným k přípravě teplé vody. U současných moderních kotlů bývají výměníky velmi výkonné na dodávku teplé vody. U těchto kotlů taktéž není možnost vytápět a připravovat teplou vodu současně. Teplá voda má před vytápěním rovněž přednost. Velkou výhodou těchto spotřebičů je okamžitá dodávka teplé vody na místo odběru. Správný průtok mezi oběma výměníky zajišťuje trojcestný ventil, který vždy po dokončení odběru teplé vody přeměruje průtok do výměníku pro otopnou soustavu.



**Obr. 4.3:** Schéma závěsného (nástěnného) kotle [ 1 ]

a) nástěnný kotel sloužící pouze pro vytápění

b) nástěnný kotel s průtokovým ohřevem TUV

VK- otopná voda na výstupu z kotle, RK- otopná voda vratná, EK- přívod studené vody, AW- výstup teplé vody, SA- ventil pro regulaci, THV- termohlavice otopného tělesa

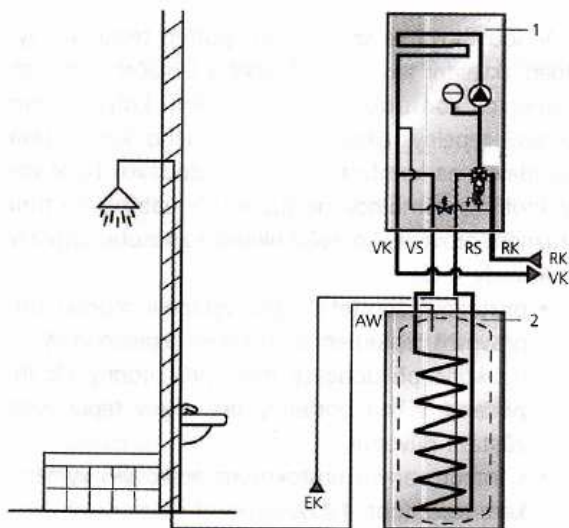
### **Nástěnné kotle s vnějším ohřevem teplé vody**

Tyto spotřebiče charakterizuje vnější zásobník teplé vody s objemem od 100 do 200 litrů. Voda v zásobníku je nahřívána samostatným okruhem a termostat řídí dle požadované teploty vody v zásobníku motorický trojcestný ventil.

### **Zásobníkový ohřev TUV v monobloku**

Prostorové možnosti propojení zásobníku s kotlem jsou následující:

- designově pěkné provedení a umístění zásobníku pod kotel
- již méně používané umístění zásobníku vedle kotle



**Obr. 4.4:** Kombinovaný nástěnný plynový kotel se samostatným zásobníkem teplé vody [ 1 ]

1- plynový průtokový kotel, 2- zásobník TUV, AW- výstup TUV, EK- vstup studené vody, RK- vratné potrubí otopné vody, RS- vratné potrubí ze zásobníku, VK- přívodní potrubí otopné vody, VS- přívodní potrubí do zásobníku

### **Oddělený zásobníkový ohřev**

Instalace kotlů s odděleným zásobníkovým ohřevem teplé vody se provádí tam, kde se voda odebírá ve velkém množství z více odběrových míst. I odběrová místa, která jsou více vzdálena od zdroje, jsou bez problému zásobena teplou vodou.

Zásobník TUV je možno umístit v těsné blízkosti kotle. Z jiných, například prostorových důvodů, není problém umístit zásobník dále od kotle.

## **4.2 Stacionární kotle**

V minulosti sloužily stacionární plynové kotle jako náhrada za tehdejší kotle na tuhá paliva. Nacházejí uplatnění spíše u větších rodinných domů. Možnost umístění je například v dílně, sklepě a dalších nebytových prostorách, kde je zajištěn dostatečný přívod vzduchu. Ve srovnání se závěsnými kotli se tyto kotle dělají ve výkonově větším provedení, a proto mohou být zdrojem tepla pro více otopných okruhů. Dříve se tělesa stacionárních kotlů vyráběla z oceli, ale v současné době se tělesa dělají z litiny, která zaručuje delší životnost samotného kotle.

Při požadavku na teplou vodu neexistuje volba průtokového ohřevu stacionárním kotlem. Teplá voda je uživateli zajišťována v samostatném zásobníku vedle kotle.

Konstrukce stacionárních kotlů je odlišná od nástěnných především ve spalovací komoře. Spalovací komora má přídavné teplosměnné plochy, které zajišťují jednodušší prostup tepla do vody.

Hořáky u stacionárních kotlů mohou být dvojího typu:

- atmosférické hořáky
- tlakové hořáky

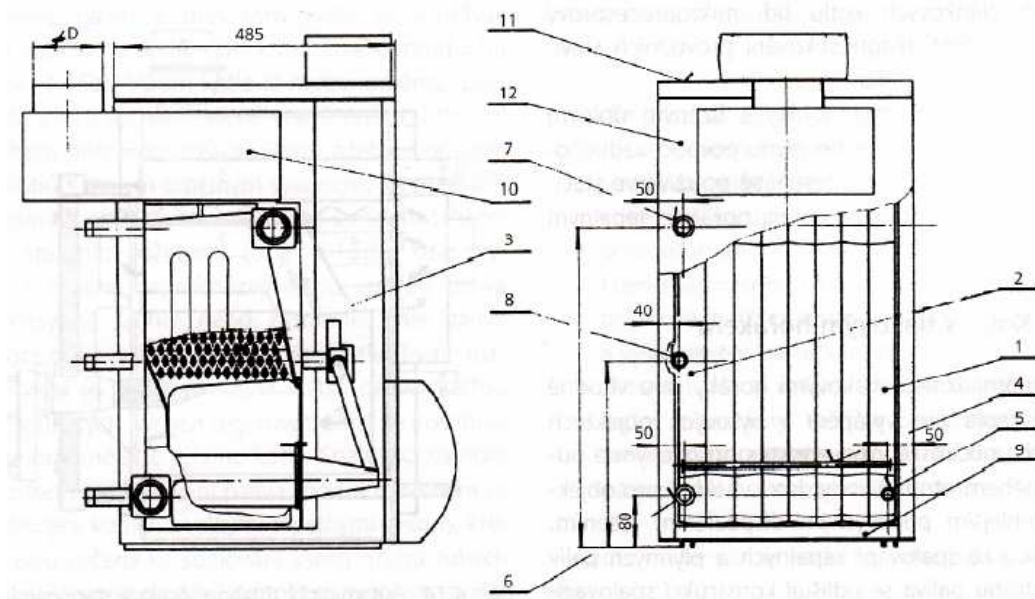
Ovšem nejvíce používané teplovodní kotle jsou s atmosférickým hořákem a nad spalovací komorou a výměníkem osazeny přerušovačem tahu. Výkonnostně menší stacionární kotle s tlakovým hořákem jsou dražší a také hlučnější. Instalují se v případech, že je požadavek na vyšší účinnost kotle a postupné snižování teploty otopné vody. Takové kotle se nazývají nízkoteplotní stacionární kotle.

#### **4.2.1 Kotle s atmosférickým hořákem**

Zemní plyn i propan - butan jsou schopny spalovat kotle s atmosférickým hořákem. Moderní stacionární kotle jsou již konstrukčně řešeny tak, že můžou pracovat i v nízkoteplotním režimu, kdy teplota vratné otopné vody nepřevyšuje teplotu 50 °C. Do místnosti, kde je instalován kotel, musí být přiveden i vzduch, který kotel potřebuje k správné funkci. Kotle mají otevřenou spalovací komoru a jsou opatřeny přerušovačem tahu. Spaliny, vznikající při provozu kotle, jsou odváděny do komínového tělesa. Atmosférický kotel se skládá z článků, které jsou z kvalitní šedé litiny. Tyto články jsou spojovány pomocí vsuvek.

Hořák kotle se skládá z několika hořákových trubic. Počet trubic záleží na výkonu kotle. Do trubic je plyn přiváděn přes trysky. Plynová armatura se stará o nepřekročení tlaku v atmosférických hořácích. Zapalování těchto kotlů je elektrické, pomocí zapalovací elektrody a plamen zde hlídá ionizační elektroda.

Provozní stavy a diagnostiku kotle je schopna zachytit zapalovací automatika, která je řízena mikroprocesorovým systémem.



**Obr. 4.5:** Automatický stacionární článkový litinový plynový kotel s atmosférickým hořákem a přerušovačem tahu [ 1 ]

1- levý koncový článek, 2- pravý koncový článek, 3- střední článek, 4- kotvicí šroub, 5- vypouštěcí a napouštěcí kohout, 6- přívodní potrubí otopné vody, 7- vratné potrubí otopné vody, 8- přívod plynu, 9- podstavec na kotle, 10- horizontální přerušovač tahu, 11- horní část kotle, 12- zadní díl pláště kotle

#### 4.2.2 Kotle s tlakovým hořákem

Kotle s tlakovým hořákem lze využívat u přirozeného, ale i u nuceného oběhu otopné vody. V těchto kotlích je vhodné spalovat kapalná a plynná paliva. Podle druhu spalovaného paliva se liší konstrukcí hořáku. Výhodou je automatická regulace výkonu hořáku.

Konstrukce kotlů je vyrobena z oceli, litiny, v některých případech i z jiných materiálů odolných vůči korozi. Dodatkové výhřevné trubkové plochy nad válcovou spalovací komorou zajišťují vyšší účinnost kotle a snižují tepelnou komínovou ztrátu. Snadný prostup tepla je zajištěn stálým chlazením dodatkových teplosměnných ploch. Výstupní spaliny mají nižší teplotu a to je zapříčiněno tím, že v kotlovém prostoru setrvávají delší dobu než u stacionárních kotlů s atmosférickým hořákem. Teplota spalin dosahuje 140 až 180 °C, záleží na teplotě vody v kotli.



### 4.3 Kondenzační kotle

Plynové kondenzační kotle v současnosti nejsou žádnou žhavou novinkou, ale je třeba si uvědomit úspornost těchto kotlů, což uživatel velmi ocení při současném růstu cen energií. V mnoha případech spotřebitele nezajímá z důvodu vyšší ceny kondenzační kotel a raději zvolí jako zdroj tepla klasický plynový kotel.

Při záměně klasického kotle za kondenzační plynový kotel a zanechání stávajícího otopného systému je ve většině případů 20% úspora za palivo v topné sezóně. Mezi rozhodující faktor, který ovlivňuje hospodárnost kotle je i teplotní spád.

U kondenzačních kotlů platí, že čím chladněji se otopná voda vrací do kotle, tím je vyšší účinnost. Při správné volbě kondenzačního kotle mohou být vstupní náklady za pořízení kotle navráceny během 3 až 4 let na ušetřeném palivu.

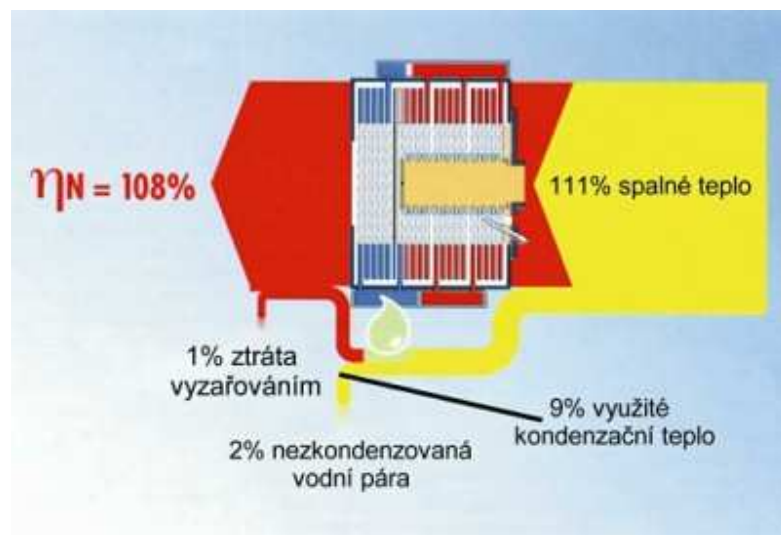
Ani šetrnost vůči životnímu prostředí kondenzačním kotlům není cizí, ať už spotřebou elektrické energie, která je o 15% nižší než u klasických kotlů nebo obsahem vypouštěných škodlivin  $\text{CO}_2$  a  $\text{NO}_x$  snížen na minimální hodnotu. Životnost kondenzačních kotlů je uváděna vyšší než u klasických plynových kotlů.

#### Funkce kondenzačních kotlů

Při spalování plynu vzniká teplo spojené s vodní párou, které se nachází ve spalínách. Můžeme mluvit o latentním (kondenzačním) teple, které má představovat část tepelné energie. U klasických zdrojů jsou spaliny odváděny bez dalšího energetického využití rovnou do komína. Z důvodu větší plochy výměníku u kondenzačních kotlů lze využívat kondenzačního tepla. V některých případech mají kondenzační kotle i dva výměníky, které jsou schopny zachytit latentní teplo. Ochlazením těchto spalin dojde ke kondenzaci vodní páry a následnému uvolnění již zmíněného, kondenzačního tepla. Teoretická účinnost kotle se pohybuje kolem 111 %, ale ve skutečnosti výpočtová účinnost je 108 %. Do teoretické účinnosti se nezahrnuje únik tepla spaliny, sáláním kotle a odvodem tepla v kondenzátu. Účinnost klasických kotlů, spalující zemní plyn, je stanovena z výhřevnosti paliva a bývá okolo 90 %.

*Takže tady nastává i odpověď na otázku - jak je možné, že kondenzační kotel má udávanou účinnost vyšší než 100 %?*

*Odpověď je jednoduchá - protože účinnost u kondenzačního kotle je stanovena ze spalného tepla, které zahrnuje využitou energii ve formě vodní páry ve spalínách. U klasických kotlů tuto energii využít nelze.*



**Obr. 4.6:** Procentuální využití energie v kondenzační technice

Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4048>

### **Tvorba kondenzátu**

Množství vznikajícího kondenzátu závisí na teplotě vratné vody, přebytku vzduchu při spalování a na zatížení spotřebiče. Čím nižší je teplota vratné vody, tím více vniká kondenzátu. Kondenzát je kyselý, s průměrnou hodnotou pH 3,5.

### **Odvod kondenzátu**

Odvod kondenzátu z kotle je napojen do kanalizační sítě za předpokladu příslušných předpisů. V závislosti na výkonu kotle se určuje, zda kondenzát musí být neutralizován před odvodem do kanalizační sítě. U rodinných domů, kde je kondenzační kotel s výkonem menším jak 25 kW se neutralizace kondenzátu neřeší. Ovšem za podmínek, že jsou splněny požadavky na materiál k odvodu odpadních vod.

Nejběžnějším materiálem pro odvod kondenzátu je kameninové potrubí, trubky z PVC a antikorozi ocelové trubky. V případě, že bude zajištěno smíšení kondenzátu s odpadní vodou z rodinného domu v poměru 1:25, tak je možné použít trubky z vláknitého cementu či trubky litinové a ocelové.

## 5 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT RODINNÉHO DOMU [ 3, 4, 5, 6 ]

Na základě veškeré výkresové dokumentace rodinného domu jsem provedl výpočet tepelných ztrát. Rodinný dům je situován v Kravařích na Opavsku, kde výpočtová venkovní teplota dle normy ČSN 06 0210 je  $t_e = -15\text{ °C}$ .

Dům je postaven na 2 podlaží a není podsklepen. Obvodové zdi se skládají z venkovní omítky, červených cihel, škvárobetonových cihel a vnitřní omítky. Mezi červenými a škvárobetonovými cihlami je 3 centimetry vzduchová mezera, která má sloužit jako „izolace“. Okna domu jsou dřevěná zdvojená a vstupní dveře jsou taktéž dřevěné.

### 5.1 Výpočtové předpoklady

Výpočet je proveden podle normy ČSN 06 0210 „Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění“ a podle normy ČSN 73 0540-3 „Tepelná ochrana budov“.

### 5.2 Postup výpočtu

#### Celková tepelná ztráta:

Výpočet celkové tepelné ztráty  $\dot{Q}_C$  [ W ] je dán součtem tepelné ztráty prostupem tepla konstrukcemi a tepelné ztráty větráním.

$$\dot{Q}_C = \dot{Q}_p + \dot{Q}_v \text{ [ W ]} \quad (5.1)$$

kde:  $\dot{Q}_p$  tepelná ztráta prostupem tepla

$\dot{Q}_v$  tepelná ztráta větráním

#### Tepelná ztráta prostupem tepla:

Tepelná ztráta prostupem tepla  $\dot{Q}_p$  [ W ] je vyjádřena vztahem:

$$\dot{Q}_p = \dot{Q}_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \text{ [ W ]} \quad (5.2)$$

kde:  $\dot{Q}_o$  základní tepelná ztráta

$p_1$  přírážka na vyrovnání vlivu chladných stěn

$p_2$  přírážka na urychlení zátoku

$p_3$  přírážka na světovou stranu

### **Základní tepelná ztráta prostupem tepla:**

Základní tepelná ztráta prostupem tepla  $\dot{Q}_o$  [ W ] je rovna součtu tepelných toků prostupem tepla jednotlivými konstrukcemi ohraničující vytápěnou místnost .

Základní tepelná ztráta je dána vztahem:

$$\dot{Q}_o = \sum k \cdot S \cdot (t_i - t_e) \quad [ \text{ W } ] \quad (5.3)$$

kde:    k        součinitel prostupu tepla  
         S        plocha ochlazované stavební konstrukce  
          $t_i$         vnitřní teplota místnosti  
          $t_e$         vnější teplota

### **Stanovení součinitele prostupu tepla:**

Součinitel prostupu tepla  $k$  se vypočítá ze vztahu:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\ell_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i}} \quad [ \text{ W } \cdot \text{ m}^{-2} \cdot \text{ K}^{-1} ] \quad (5.4)$$

kde:     $\alpha_e$         součinitel přestupu tepla na vnější straně  
          $\alpha_i$         součinitel přestupu tepla na vnitřní straně  
          $\lambda_i$         součinitel tepelné vodivosti materiálu  
          $\ell_i$         tloušťka materiálu

### **Přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn:**

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn  $p_1$  se stanoví ze vztahu:

$$p_1 = 0,15 \cdot k_c \quad [ \text{ W } \cdot \text{ m}^{-2} \cdot \text{ K}^{-1} ] \quad (5.5)$$

kde:     $k_c$  = **průměrný součinitel prostupu tepla všech konstrukcí místnosti**  $k_c$

a je dán vztahem:

$$k_c = \frac{\dot{Q}_o}{\sum S \cdot (t_i - t_e)} \quad [ \text{ W } \cdot \text{ m}^{-2} \cdot \text{ K}^{-1} ] \quad (5.6)$$

kde:     $\sum S$     celková plocha konstrukcí ohraničující vytápěnou místnost

### **Přirážka na urychlení zátoku:**

Přirážka na urychlení zátoku  $p_2$  se uvažuje jen v případě, kde při nejnižších venkovních teplotách není zajištěn nepřerušovaný provoz vytápění. V tomto případě o přirážce neuvažujeme.

### **Tepelná ztráta větráním:**

Tepelná ztráta větráním  $\dot{Q}_v$  je dána vztahem:

$$\dot{Q}_v = c_v \cdot \dot{V}_v \cdot (t_i - t_e) \quad [ \text{W} ] \quad (5.7)$$

kde:  $\dot{V}_v$  objemový tok větracího vzduchu

$c_v$  objemová tepelná kapacita vzduchu při teplotě 0°C, tj. přibližně při střední teplotě

$$c_v = 1\,300 \quad [ \text{J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1} ]$$

### **Objemový tok větracího vzduchu**

Objemový tok větracího vzduchu infiltrací  $\dot{V}_v$  se vypočte pomocí vztahu:

$$\dot{V}_v = \Sigma (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \quad [ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ] \quad (5.8)$$

kde:  $\Sigma (i_{LV} \cdot L)$  součet průvzdušnosti oken a venkovních dveří dané místnosti

$i_{LV}$  součinitel spárové provzdušnosti

$L$  délka spár otvíratelných částí oken a dveří (venkovních)

$B$  charakteristické číslo budovy

$M$  charakteristické číslo místnosti

Charakteristické číslo budovy  $B$  se určí podle rychlosti větru a polohy umístění budovy v krajině. Charakteristické číslo místnosti je závislé na poměru průvzdušností mezi okny a vnitřními dveřmi.

## **5.3 Hodnoty potřebné pro výpočet**

### **➤ vnější a vnitřní výpočtová teplota:**

vnitřní výpočtová teplota  $t_i = 20 \quad [ \text{°C} ]$

vnější výpočtová teplota  $t_e = -15 \quad [ \text{°C} ]$

### **➤ součinitele přestupu tepla**

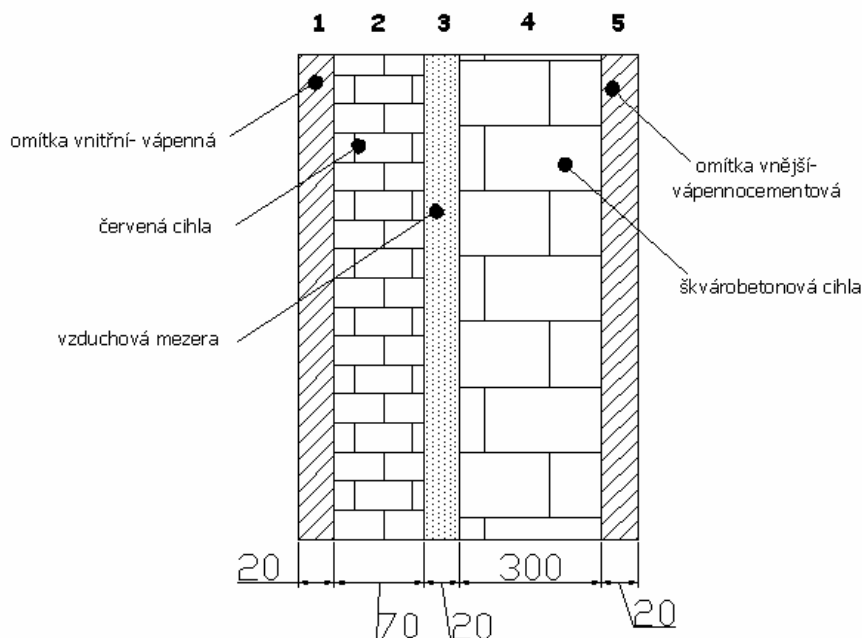
vnitřní součinitel přestupu tepla  $\alpha_i = 8 \quad [ \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} ]$

vnější součinitel přestupu tepla  $\alpha_e = 23 \quad [ \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} ]$

## 5.4 Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce

### Výpočet součinitele prostupu tepla pro obvodovou stěnu:

Materiálové složení obvodové stěny:



**Obr. 5.1:** Materiálové složení obvodové zdi

**Tab. 5.1:** Součinitel tepelné vodivosti pro jednotlivé materiály obvodové zdi

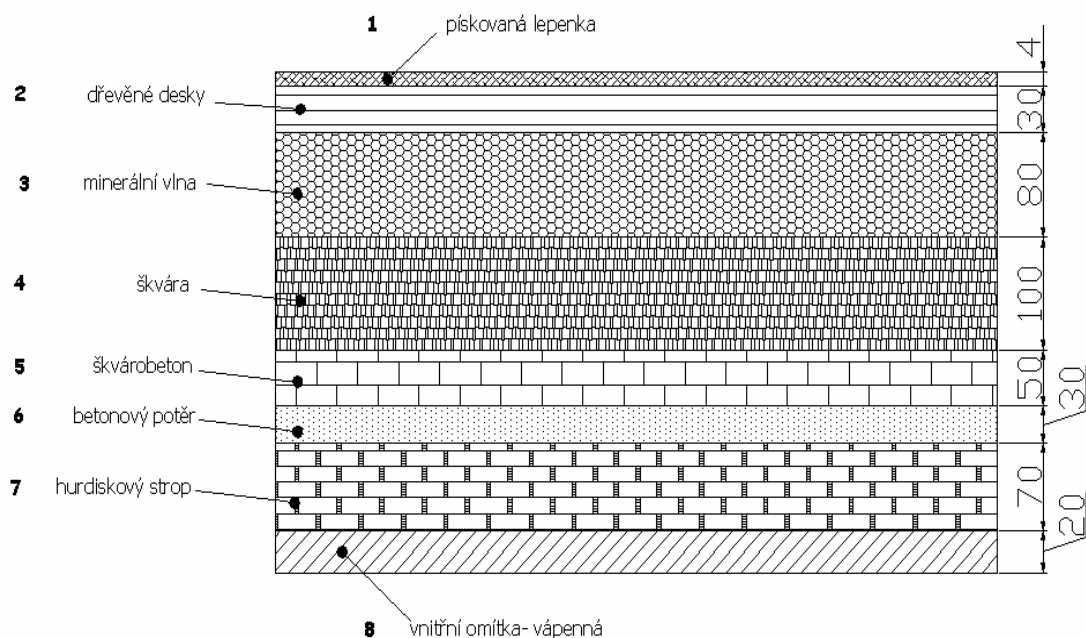
druh materiálu	tloušťka [ mm ]	součinitel tepelné vodivosti [ W/m·K ]
1. vnitřní omítka- vápenná	20	0,88
2. červená cihla	70	0,44
3. vzduchová mezera	30	0,025
4. škvárobetonová cihla	300	0,52
5. venkovní omítka- vápennocementová	20	0,99

### ➤ Součinitel prostupu tepla pro obvodovou stěnu:

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\ell_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\ell_1}{\lambda_1} + \frac{\ell_2}{\lambda_2} + \frac{\ell_3}{\lambda_3} + \frac{\ell_4}{\lambda_4} + \frac{\ell_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_i}} = \\
 &= \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{0,02}{0,88} + \frac{0,07}{0,44} + \frac{0,03}{0,025} + \frac{0,3}{0,52} + \frac{0,02}{0,99} + \frac{1}{8}} = \underline{0,465} \text{ [ W · m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \text{ ]}
 \end{aligned}$$

## Výpočet součinitele prostupu tepla střechou:

Materiálové složení střechy:



**Obr. 5.2:** Materiálové složení střechy

**Tab. 5.2:** Součinitel tepelné vodivosti pro jednotlivé materiály střechy

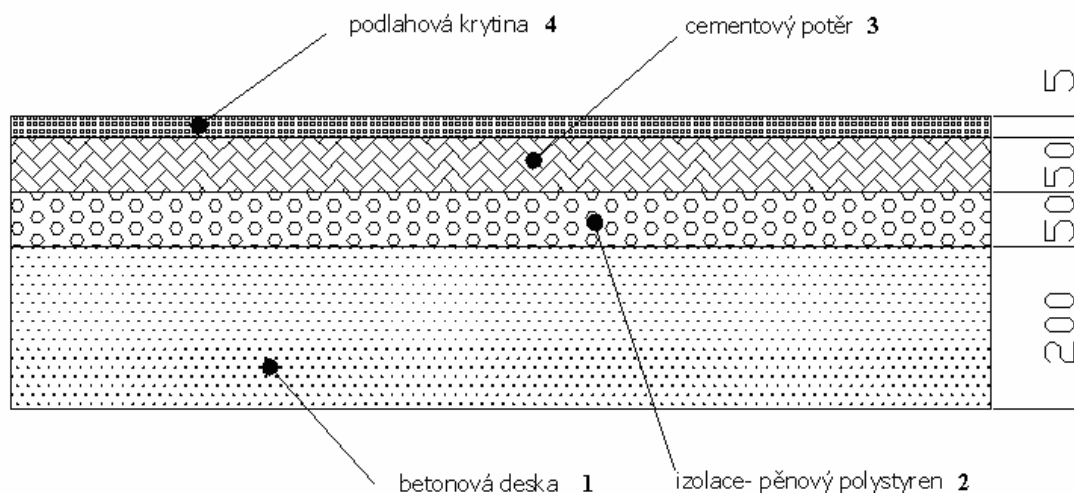
druh materiálu	tloušťka [ mm ]	součinitel tepelné vodivosti [ W/m·K ]
1. pískovaná lepenka	4	0,2
2. dřevěné desky	30	0,28
3. minerální vlna	80	0,095
4. škvára	100	0,27
5. škvárobeton	50	0,52
6. betonový potěr	30	0,8
7. hurdiskový strop	70	0,25
8. vnitřní omítka	20	0,88

### ➤ Součinitel prostupu tepla střechou:

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\ell_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\ell_1}{\lambda_1} + \frac{\ell_2}{\lambda_2} + \frac{\ell_3}{\lambda_3} + \frac{\ell_4}{\lambda_4} + \frac{\ell_5}{\lambda_5} + \frac{\ell_6}{\lambda_6} + \frac{\ell_7}{\lambda_7} + \frac{\ell_8}{\lambda_8} + \frac{1}{\alpha_i}} = \\
 &= \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{0,004}{0,2} + \frac{0,03}{0,28} + \frac{0,08}{0,095} + \frac{0,1}{0,27} + \frac{0,05}{0,52} + \frac{0,03}{0,8} + \frac{0,07}{0,25} + \frac{0,02}{0,88} + \frac{1}{8}} = \\
 &= \underline{\underline{0,514}} \text{ [ W · m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \text{ ]}
 \end{aligned}$$

## Výpočet součinitele prostupu tepla podlahou:

Materiálové složení podlahy:



**Obr. 5.3:** Materiálové složení podlahy

**Tab. 5.3:** Součinitel tepelné vodivosti pro jednotlivé materiály podlahy

druh materiálu	tloušťka [ mm ]	součinitel tepelné vodivosti [ W/m·K ]
1. základová betonová deska	200	1,3
2. izolace- pěnový polystyren	50	0,037
3. cementový potěr	50	1,16
4. podl. krytina- keramická dlažba	5	1,01

### ➤ Součinitel prostupu tepla podlahou:

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\ell_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \frac{l_3}{\lambda_3} + \frac{l_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_i}} = \\
 &= \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{0,2}{1,3} + \frac{0,05}{0,037} + \frac{0,05}{1,16} + \frac{0,005}{1,01} + \frac{1}{8}} = \underline{0,581} \text{ [ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \text{ ]}
 \end{aligned}$$



## 5.5 Celkový výpočet tepelných ztrát rodinného domu

Jednotlivé výpočty tepelných ztrát všech místností jsou uloženy jako přílohy.

**Tab. 5.1:** Celkové tepelné ztráty jednotlivých místností

<b>Celkové tepelné ztráty budovy:</b>	
<b>Místnost</b>	<b>Celková tepelná ztráta [ W ]</b>
<b>2. podlaží</b>	
Ložnice	1551,059
Pokoj 1	953,134
Obývací pokoj	2028,386
Kuchyň a jídelna	2229,723
Schodiště	291,704
Koupelna	930,432
Pokoj 2	1757,439
Chodba	328,607
<b>1. podlaží</b>	
Pokoj pro hosty	1082,957
Pracovna	814,099
Herna	1232,791
Vstupní hala	819,564
Šatna	649,053
Kotelna	127,078
Prádelna	558,099
Sušárna	1183,831
Chodba	59,145
<b>celková TZ [ W ]</b>	<b>16597,101</b>

Celková tepelná ztráta rodinného domu po zaokrouhlení je 16,6 kW

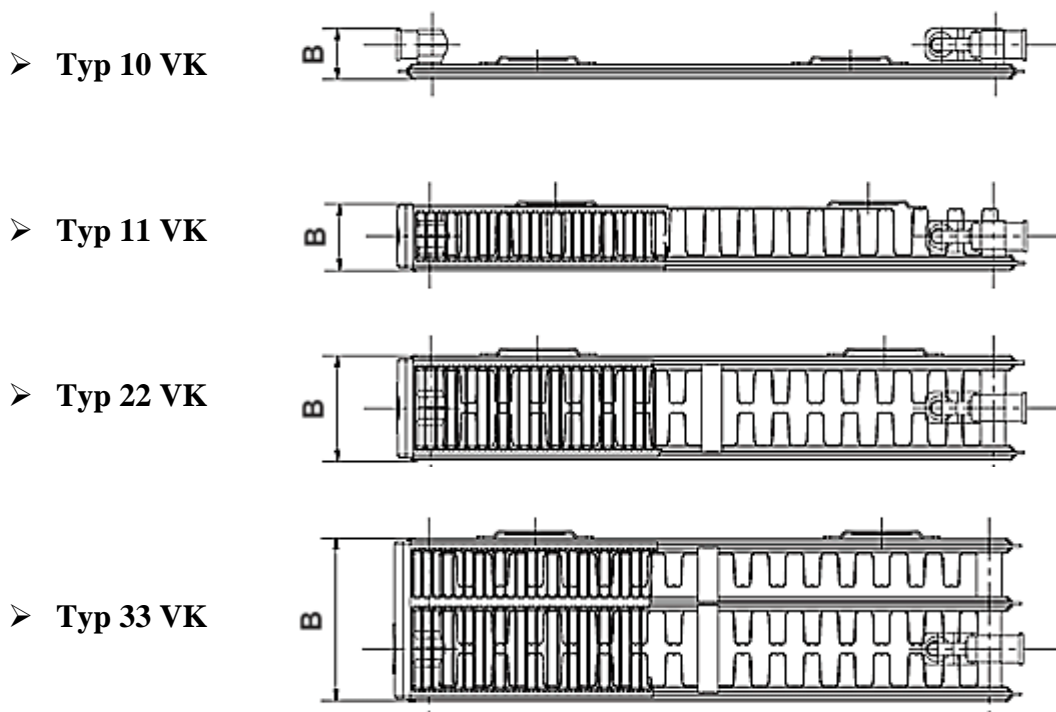
## 6 ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ [ 6, 7, 14 ]

### 6.1 Návrh otopných těles

Na základě tepelných ztrát v jednotlivých místnostech jsou navržena otopná tělesa. Tělesa umístěna pod okny by měla mít z vizuálních důvodů okolo 80 % délky okna. Navržená otopná tělesa jsou desková, značky KORADO, provedení RADIK VK(VENTIL KOMPAKT), až na koupelnu, kde jsou dvě v provedení KORALUX LINEAR CLASSIC.

**Desková otopná tělesa RADIK VK-** tato tělesa jsou určena pro montáž do otopné soustavy ústředního vytápění, kde provozní přetlak nepřevyší hodnotu 1,0 MPa. Jako teplotonosná látka je použita voda či vodní roztok. Nejvyšší přípustná provozní teplota musí být nižší jak 110 °C. Připojení na otopnou soustavu je pravé spodní. Oběh teplotonosné látky je nucený. Ze zadní strany mají tělesa o délce do 1800 mm přivařeny 4 úchyty pro montáž tělesa a nad délku 1800 mm je přivařeno úchytů 6.

#### Přehled použitých typů deskových těles RADIK VK



**Obr. 6.1:** Přehled aplikovaných deskových těles

Zdroj: [http://www.korado.cz/cs/vyrobky/radik/prehled\\_modelu/radik\\_vk/index.shtml](http://www.korado.cz/cs/vyrobky/radik/prehled_modelu/radik_vk/index.shtml)



**Obr. 6.2:** Otopné deskové těleso typu Radik VK

Zdroj: <http://jiho.ceskestavby.cz/obchod/korado/radiatory-otopna-telesa/radik-vk/>

**Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC-** tato tělesa jsou určena především k vytápění koupelen. Jsou vyrobená z uzavřených ocelových profilů, které mají čtvercový a kruhový průřez. Konstrukce tělesa umožňuje sušení textilií ovšem se ztrátou tepelné vydatnosti. Montáž koupelnových těles se provádí pomocí speciálních plastových konzol, vrutů a hmoždinek, které jsou součástí balení.



**Obr. 6.3:** Otopné těleso Koralux Linear Classic

Zdroj: <http://www.sanita.cz/inspirace/Korado/Koralux%20Linear%20Classic.jpg>

## Přehled aplikovaných těles do jednotlivých místností

**Tab. 6.1:** Návrh otopných těles v jednotlivých místnostech

Místnost	Model	Typ	Počet [ks]	Výška H [mm]	Délka L [mm]	Hmotnost M <sub>t</sub> [kg]	Objem V <sub>t</sub> [l]	Výkon Q [W]	TZ místnosti [W]
<b>2. podlaží</b>									
Ložnice	Radik VK	33	1	600	1400	77,14	12,18	1696	1551,059
Pokoj 1	Radik VK	22	1	600	1200	43,56	6,96	1019	953,134
Obývací pokoj	Radik VK	22	2	600	1200	43,56	6,96	1019	2028,386
Kuchyň a jídelna	Radik VK	22	2	600	1400	50,82	8,12	1189	2229,723
Schodiště	Radik VK	10	1	600	800	9,94	2,48	305	291,704
Koupelna	Classic-M	KLCM 1675.750	2	1675	750	27,4	8	466	930,432
Pokoj 2	Radik VK	33	1	600	1600	88,16	13,92	1939	1757,439
Chodba	Radik VK	10	1	600	900	11,18	2,79	343	328,607
<b>1. podlaží</b>									
Pokoj pro hosty	Radik VK	22	1	600	1400	50,82	8,12	1189	1082,957
Pracovna	Radik VK	22	1	600	1000	36,3	5,8	849	814,099
Herna	Radik VK	10	2	600	2000	24,86	6,2	624	1232,791
Vstupní hala	Radik VK	22	1	600	1000	36,3	5,8	849	819,564
Šatna	Radik VK	22	1	600	800	29,04	4,64	679	649,053
Kotelna	Radik VK	10	1	600	500	6,21	1,55	156	127,078
Prádelna	Radik VK	11	1	600	1100	23,76	3,41	564	558,099
Sušárna	Radik VK	33	1	600	1000	55,1	8,7	1212	1183,831
Chodba	Radik VK	10	1	600	400	4,97	1,24	152	59,145

## 6.2 Stanovení výkonu kotle pro otopnou soustavu

Tepelný výkon kotle pro otopnou soustavu musí být roven maximálnímu tepelnému příkonu pro zadaný rodinný dům, který navíc musí být navýšen o tepelné ztráty vznikající v rozvodu teplotnosné látky.

$$\dot{Q}_K = \dot{Q}_{\max} \cdot (1 + p_R) \quad (6.1)$$

$$\dot{Q}_K = 16,6 \cdot (1 + 0,05)$$

$$\dot{Q}_K = 17,43 \quad [\text{kW}]$$

kde:  $\dot{Q}_K$  tepelný výkon kotle [ kW ]

$\dot{Q}_{\max}$  maximální tepelný příkon [ kW ]

$p_R$  přírůžka zohledňující tepelné ztráty v rozvodu [ - ]

## 6.3 Návrh zdroje pro vytápění a přípravu teplé vody

Tepelné ztráty rodinného domu vyšly 16,6 kW a stanovený potřebný výkon kotle 17,43 kW. Pro tento výkon je vhodný moderní kondenzační kotel firmy Buderus. Kotel je prakticky možné umístit kamkoliv, potřebný vzduch si přisává z venkovního prostředí. Plynový kotel je umístěn v kotelně, odvod spalin je zajištěn potrubím o průměru 80 mm a vzduch je přiváděn 125 mm potrubím.

Teplá voda je připravována ve stacionárním zásobníku SU160 W, který má objem 160 litrů. U těchto zásobníků je vnitřní plocha opatřena sklokeramickou vrstvou, která zajišťuje ochranu proti korozi vnitřní stěny a hygienickou nezávadnost vody.

### Plynový kotel Buderus Logamax plus GB112

Jedná se o nástěnný plynový kondenzační kotel firmy Buderus. Kondenzační kotle této firmy se mohou chlubit více jak dvacetiletou tradicí. Ve spalovací komoře je výměník, který je tvořen z několika žebrovaných trubek z ušlechtilé slitiny hliníku a deskovým keramickým hořákem, jenž umožňuje přizpůsobit výkon v rozsahu 30 až 100%. Tento model nabízí několik výkonových variant. Ohřev teplé vody lze v tomto případě řešit závěsným zásobníkem teplé vody o objemu 75 litrů nebo stacionárním o objemu 120, 160 a 200 litrů. Normovaný stupeň využití se uvádí až 109%. U modelu GB112- 24 je splněn ekologický limit „Modrý anděl“ s velkou rezervou.

### **Logamax plus GB112- 24**

Rozsah jmenovitého výkonu (modulovaný) [ kW ]	6,4- 23,4
Jmenovitá tepelná zátěž [ kW ]	6,6- 22
Normovaný stupeň využití tepla [ % ]	109
Teplota topné vody [ °C ]	40- 90
Vodní objem kotle [ l ]	2,5
Teplota TUV [ °C ]	30- 60
Teplota spalin při plném výkonu (tepl.spád 75/ 60) [ °C ]	65
Teplota spalin při plném výkonu (tepl.spád 40/ 30) [ °C ]	45
Obsah CO <sub>2</sub> při plném výkonu [ % ]	9,2
Maximální možná teplota otopné vody [ °C ]	90
Výška x šířka x hloubka [ mm ]	685 x 560 x 431
Hmotnost [ kg ]	52
Napájení [ V st/ Hz ]	230/ 50
Elektrický příkon [ W ]	120
Cena bez DPH [ Kč ]	47 600



**Obr. 6.4:** Logamax plus GB112

Zdroj: <http://www.buderus.ro/images/200809121058260.logamax-plus-gb112.jpg>

### Regulace kotle pomocí regulátoru Logamatic RC35

Prostorový modulační regulátor Logamatic RC35 se využívá pro regulaci teploty vytápěných prostorů podle venkovní teploty (ekvitermní) nebo jako klasický prostorový termostat. Spolu s regulátorem je v balení venkovní čidlo, které určuje kotli teplotu topné vody a výkon dle venkovní teploty. Regulátor má přednastaveno 8 programů, které je možno rozšířit o dva vlastní spínací programy. Na LCD displeji je zobrazen stále datum, čas a prostorová teplota. Při práci s regulátorem je LCD displej podsvícen. Cena regulátoru je 4 880,- Kč bez DPH.

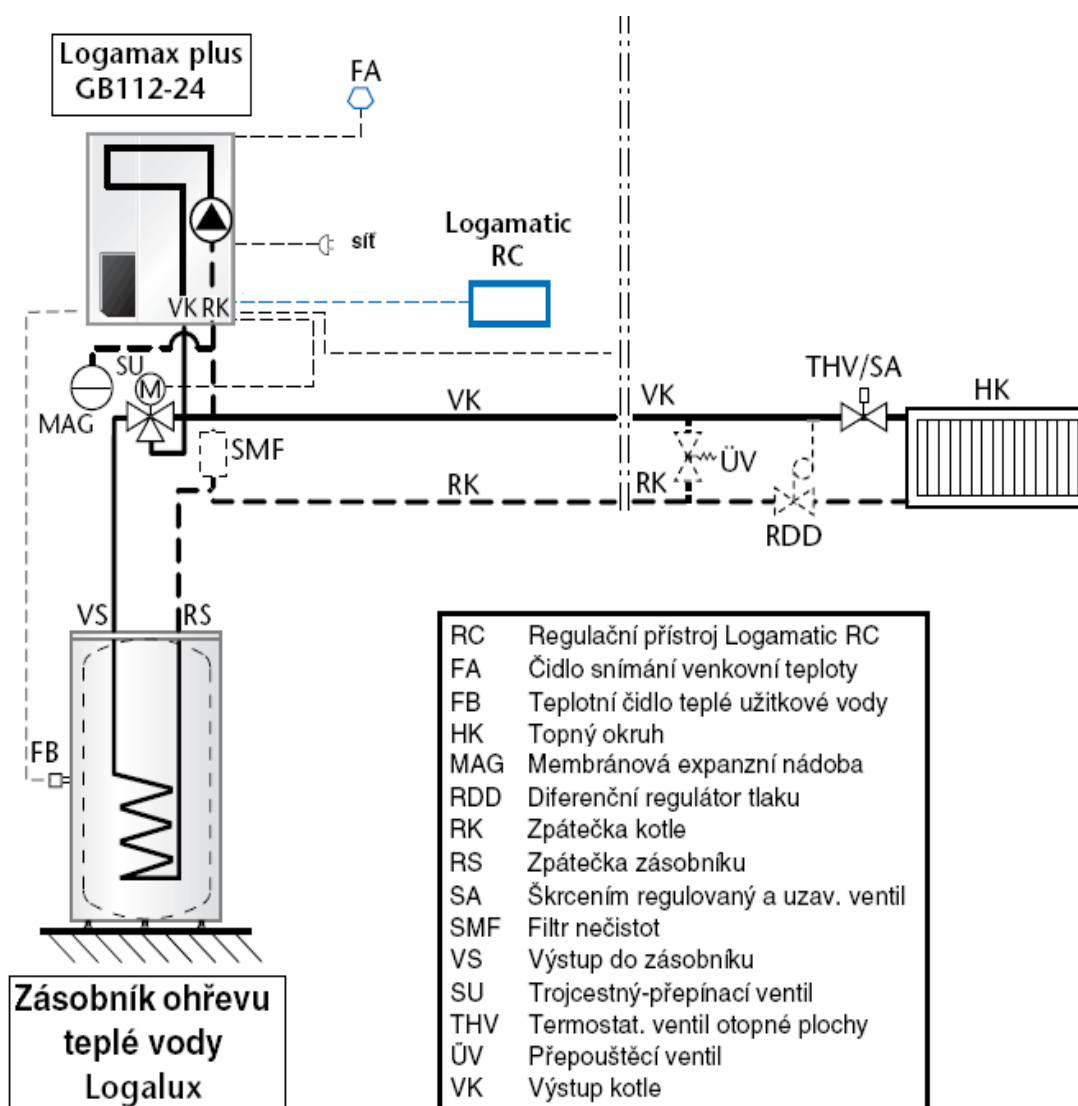
Aby regulátor správně pracoval, tak nesmí být instalován na vnějším obvodovém zdivu, v těsné vzdálenosti od oken či dveří a v místech, kde by je mohl ovlivnit jiný zdroj.



**Obr. 6.5:** Logamatic RC35

Zdroj: <http://www.tvb.cz/detailfoto.php?id=389>

**Schéma zapojení kotle Logamax plus GB112 s regulačním přístrojem Logamatic RC a externím zásobníkem pro přípravu teplé vody**



**Obr. 6.6:** Schéma příkladu připojení[ 15 ]



## 7 ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se mimo jiné zajímal o možnosti vytápění rodinných domů. Zdrojů pro vytápění je široká škála, ale jedno mají společné - měly by zajistit tepelnou pohodu člověku. Každý zdroj tepla má své klady a zápory. Proto před realizací je třeba zvážit druh zdroje. Zaměřil jsem se na plynové vytápění, které je nejrozšířenější, co se vytápění rodinných domů týče.

Dále jsem provedl výpočet tepelných ztrát rodinného domu. Na základě tohoto výpočtu jsem navrhl plynový zdroj pro vytápění rodinného domu. Rodinný dům byl postaven v roce 1980. Obvodové zdi nejsou zateplené a okna domu jsou dřevěná zdvojená. Proto celkové tepelné ztráty jednotlivých místností dosáhly 16,6 kW. Ke stanovení výkonu kotle pro otopnou soustavu je nutné zahrnout ztráty v rozvodu, které činí 5%. Po vyčíslení vychází potřebný výkon kotle okolo 17,4 kW. Pro tuto hodnotu jsem zvolil moderní plynový kondenzační kotel Buderus Logamax GB112- 24, který má modulovaný výkon 6,4 až 23,4 kW. Tento kotel má taktéž za úkol připravovat teplou užitkovou vodu ve 160 litrovém stacionárním zásobníku.

Otopná tělesa jsem zvolil desková od výrobce Korado. Ve všech místnostech, až na koupelnu, jsou desková otopná tělesa Radik VK. V koupelně jsou dvě trubková tělesa typu Koralux Linear Classic.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [ 1 ] PETRÁŠ A KOLEKTIV, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. [s.l.] : Jaga, 2005. 246 s.
- [ 2 ] DAHLSVEEN, T., PETRÁŠ, D., HIRŠ, J. *Energetický audit budov*. 1. vyd. Bratislava : Jaga, 2003. 295 s.
- [ 3 ] KADLEC, Z. *Termomechanika : Návod do cvičení*. Ostrava : VŠB - TU Ostrava, 2001. 97 s. ISBN 80-7078-912-3.
- [ 4 ] ČSN 06 0210: *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*. Praha: Český normalizační institut, 1994. 28 s.
- [ 5 ] ČSN 73 0540-3: *Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování*. Praha : Český normalizační institut, 1994. 40 s.
- [ 6 ] <http://www.tzb-info.cz/>
- [ 7 ] <http://www.buderus.cz/>
- [ 8 ] <http://www.zemniplyn.cz/>
- [ 9 ] <http://www.rwe-transgasnet.cz/>
- [ 10 ] <http://www.ppas.cz/>
- [ 11 ] <http://hestia.energetika.cz/>
- [ 12 ] <http://www.tvujdum.cz/>
- [ 13 ] <http://www.itest.cz/>
- [ 14 ] <http://www.korado.cz/>
- [ 15 ] propagační materiál firmy Buderus

## **9 PŘÍLOHY**

**Příloha č. 1:** Výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev TUV

**Příloha č. 2:** Popis plynového kondenzačního kotle Buderus Logamax plus GB112

**Příloha č. 3:** Popis výměníku a hořákové jednotky navrženého kotle

**Příloha č. 4:** Tabulky výpočtů tepelných ztrát jednotlivých místností rodinného domu (počet stran: 17)

**Příloha č. 5:** CD obsahující: text Bakalářské práce, výkresy, výpočty

### **Výkresová dokumentace:**

MEL115- 01: Půdorys rodinného domu

MEL115- 02: Ústřední topení

**Příloha 1- Výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev TUV pomocí výpočtového programu na serveru [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)**

**Lokalita** ([Tabulka](#))

☐  $t_{em} = 12\text{ °C}$ 
☒  $t_{em} = 13\text{ °C}$ 
☐  $t_{em} = 15\text{ °C}$  [???](#)

Město 
Délka topného období  $d =$   [dny]

Venkovní výpočtová teplota  $t_e =$   °C
 Prům. teplota během otopného období  $t_{es} =$   °C

☒ **Vytápění**

Tepelná ztráta objektu  $Q_o =$   kW
 Průměrná vnitřní výpočtová teplota  $t_{is} =$   °C [???](#)

Vytápěcí denostupně  
 $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3684\text{ K.dny}$

Opravné součinitele a účinnosti systému  
 $e_i =$   [???](#)  $\eta_o =$   [???](#)  
 $e_t =$   [???](#)  $\eta_r =$   [???](#)  
 $e_d =$   [???](#)

Opravný součinitel  $\varepsilon$  [???](#)

☒ **Ohřev teplé vody**

$t_1 =$   °C [???](#)  $\rho =$   kg/m<sup>3</sup> [???](#)  
 $t_2 =$   °C [???](#)  $c =$   J/kgK [???](#)  
 $V_{2p} =$   m<sup>3</sup>/den [???](#)

Koeficient energetických ztrát systému  $z =$   [???](#)

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody  
 $Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7\text{ kWh}$

Teplota studené vody v létě  $t_{svl} =$   °C  
Teplota studené vody v zimě  $t_{svz} =$   °C

☒  $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$   
☐  $\varepsilon =$

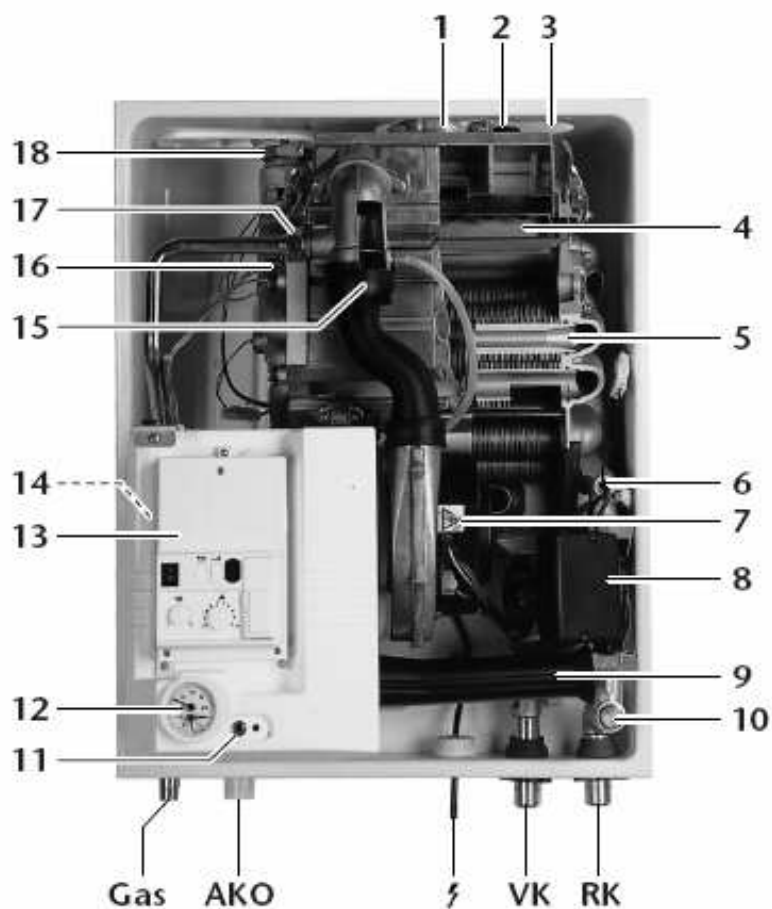
$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_o \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$   
 $Q_{VYT,r} = \left( \frac{131.7\text{ GJ/rok}}{36.6\text{ MWh/rok}} \right) \cdot \text{Náklady}$

Počet pracovních dní soustavy v roce  $N =$   [dny]

$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$   
 $Q_{TUV,r} = \left( \frac{29.8\text{ GJ/rok}}{8.3\text{ MWh/rok}} \right) \cdot \text{Náklady}$

**Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody**  
 $Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left( \frac{161.5\text{ GJ/rok}}{44.9\text{ MWh/rok}} \right) \cdot \text{Náklady}$

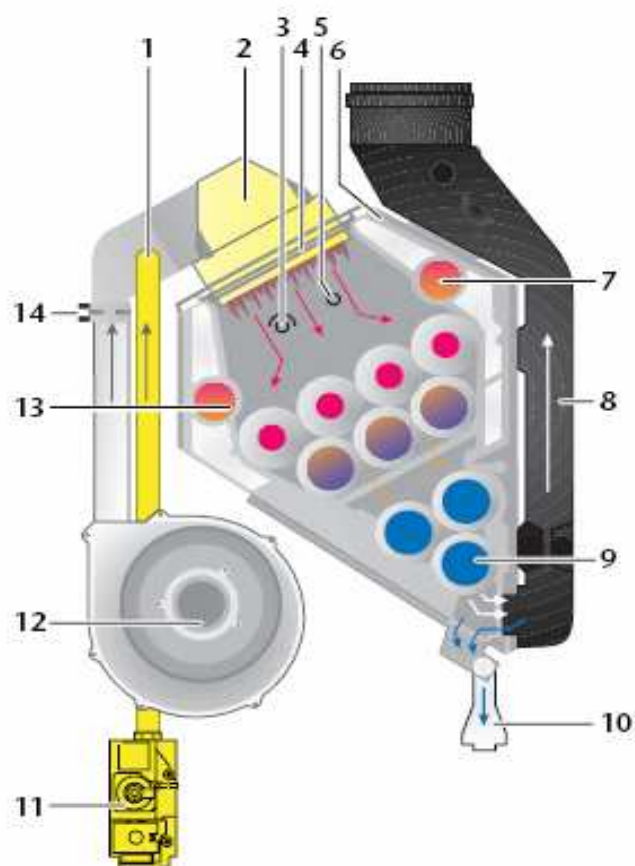
## Příloha 2- Plynový kondenzační kotel Buderus Logamax plus GB112



Popis obrázku:

<b>AKO</b>	Odvod kondenzátu	<b>9</b>	Sací trubka vzduchu od ventilátoru
<b>Gas</b>	Připojení plynu	<b>10</b>	Sběrný díl zpátečky
<b>RK</b>	Kotlová zpátečka	<b>11</b>	Připojení pro UBA Handterminál
<b>VK</b>	Kotlový výstup	<b>12</b>	Teploměr a manometr na výstupu
<b>1</b>	Hrdlo odvodu spalin	<b>13</b>	Univerzální hořákový automat UBA
<b>2</b>	Připojení pro ochoz kondenzátu	<b>14</b>	Plynová armatura (je zakrytá)
<b>3</b>	Otvor přívodu vzduchu	<b>15</b>	Tryska vzduchu
<b>4</b>	Plochý keramický hořák	<b>16</b>	Žhavicí a ionizační elektroda
<b>5</b>	Výměník tepla	<b>17</b>	Tryska plynu
<b>6</b>	Teplotní čidlo vratné vody	<b>18</b>	Automatické odvzdušnění
<b>7</b>	Ventilátor	<b>⚡</b>	Připojovací kabel
<b>8</b>	Modulační oběhové čerpadlo		

### Příloha 3- Popis výměníku a hořákové jednotky u Logamax plus GB112



Popis obrázku:

- |          |   |           |                                  |
|----------|---|-----------|----------------------------------|
| <b>1</b> | Přívod vzduchu do hořáku                | <b>8</b>  | Odvod spalin                     |
| <b>2</b> | Mísící komora                           | <b>9</b>  | Připojení vratné trubky výměníku |
| <b>3</b> | Žhavicí elektroda                       | <b>10</b> | Odvod kondenzátu                 |
| <b>4</b> | Vrchní plocha keramického hořáku        | <b>11</b> | Plynová armatura                 |
| <b>5</b> | Ionizační elektroda                     | <b>12</b> | Ventilátor                       |
| <b>6</b> | Kotlové těleso                          | <b>13</b> | Vodou chlazená vnitřní stěna     |
| <b>7</b> | Připojení vstupní trubky výměníku tepla | <b>14</b> | Tryska vzduchu                   |

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 2.N.P. pro ložnici

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k.Δt	Tepelná ztráta Q <sub>o</sub>	Vliv chlazených stěn p <sub>1</sub>	Na urychlení zátopu p <sub>2</sub>	Na světovou stranu p <sub>3</sub>	p <sub>1</sub> +p <sub>3</sub>	Celková tep. ztráta Q <sub>o</sub>
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	0,43	4,45	2,55	11,3475	0	0	11,3475	0,465	35	16,275	184,68056					
SO2	0,43	4	2,55	10,2	1	4,32	5,88	0,465	35	16,275	95,697					
OZ1	0,07	0,8	2,2	1,76	0	0	1,76	2,7	35	94,5	166,32					
OZ2	0,07	1,6	1,6	2,56	0	0	2,56	2,7	35	94,5	241,92					
Sch	0,384	4,45	4	17,8	0	0	17,8	0,514	35	17,99	320,222					
			Σ S	43,6675						Σ Q <sub>o</sub>	1008,8396	0,0990118	0	0	0,099012	
												Prům. souč. pr. tepla k <sub>c</sub> [ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]		0,660079	1551,059392	

Tepelná ztráta větráním Q <sub>v</sub> [W]				
	i <sub>LV</sub> [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	i <sub>LV</sub> .L [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	6	0,00084	
OZ2	0,00014	6,4	0,000896	
		Σ(i <sub>LV</sub> .L)	0,001736	
Charak. č.budovy B		8	[Pa <sup>0,67</sup> ]	
Charak. č. místnosti M		0,7	[1]	
Obj. tok větr. vzduchu V <sub>vP</sub>		0,0097216	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	
Tep. ztr. větráním Q <sub>v</sub>		442,3328	[W]	

t <sub>e</sub> = -15	[°C]	
t <sub>i</sub> = 20	[°C]	
Tep. ztráta místnosti pr. tepla Q <sub>p</sub> [W]		1108,727

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 2.N.P. pro pokoj 1

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k · Δt	Tepelná ztráta Q <sub>o</sub>	Vliv chladných stěn p <sub>1</sub>	Na urychlení zátopy p <sub>2</sub>	Na světovou stranu p <sub>3</sub>	p <sub>1</sub> +p <sub>3</sub>	Celková tep. ztráta Q <sub>e</sub>
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	0,43	3,55	2,55	9,0525	1	2,88	6,1725	0,465	35	16,275	100,45744					
OZ1	0,07	0,6	1,6	0,96	0	0	0,96	2,7	35	94,5	90,72					
OZ2	0,07	1,2	1,6	1,92	0	0	1,92	2,7	35	94,5	181,44					
Sch1	0,384	3,55	3	10,65	0	0	10,65	0,514	35	17,99	191,5935					
												0,1070761	0	-0,05	0,057076	
ΣS				22,5825						ΣQ <sub>o</sub>	564,21094	Prům. souč. pr. tepla k <sub>e</sub> [ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]			0,713841	953,133919

Tepelná ztráta větráním Q <sub>v</sub> [W]				
i <sub>LV</sub> [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa		L [m]	i <sub>LV</sub> .L [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>0,67</sup> ]	
OZ1	0,0001	4,4	0,000616	
OZ2	0,0001	5,6	0,000784	
Σ(i <sub>LV</sub> .L)			0,0014	
Charak. č.budovy B			8	[Pa <sup>0,67</sup> ]
Charak. č. místnosti M			0,7	[1]
Obj. tok větr. vzduchu V <sub>VP</sub>			0,00784	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
Tep. ztr. větráním Q <sub>v</sub>			356,72	[W]

t <sub>e</sub> = -15	[°C]		
t <sub>i</sub> = 20	[°C]	Tep. ztráta místnosti pr. tepla Q <sub>p</sub> [W]	596,4139



**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 2.N.P. pro obývací pokoj

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot $\Delta t$	k. $\Delta t$	Tepelná ztráta $Q_o$	Vliv chladných stěn p <sub>1</sub>	Na urychlení zátopy p <sub>2</sub>	Na světovou stranu p <sub>3</sub>	p <sub>1</sub> +p <sub>3</sub>	Celková tep. ztráta $Q_b$
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	0,43	7,45	2,55	18,9975	1	5,76	13,238	0,465	35	16,275	215,44031					
SO2	0,43	5,3	2,55	13,515	0	0	13,515	0,465	35	16,275	219,95663					
OZ1	0,07	1,2	1,6	1,92	0	0	1,92	2,7	35	94,5	181,44					
OZ2	0,07	1,2	1,6	1,92	0	0	1,92	2,7	35	94,5	181,44					
OZ3	0,07	1,2	1,6	1,92	0	0	1,92	2,7	35	94,5	181,44					
Sch1	0,384	4,45	4	17,8	0	0	17,8	0,514	35	17,99	320,222					
												0,0993565	0	0	0,099356	
			$\Sigma S$	56,0725						$\Sigma Q_o$	1299,9389	Prům. souč. pr. tepla $k_o$ [ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]			0,662377	2028,3859

Tepelná ztráta větráním $Q_v$ [W]				
	$i_{LV}$ [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	$i_{LV}.L$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	5,6	0,000784	
OZ2	0,00014	5,6	0,000784	
OZ3	0,00014	5,6	0,000784	
$\Sigma (i_{LV}.L)$			0,002352	
Charak. č.budovy B		8		[Pa <sup>0,67</sup> ]
Charak. č. místnosti M		0,7		[1]
Obj. tok větr. vzduchu $V_{VP}$		0,0131712		[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
Tep. ztr. větráním $Q_v$		599,2896		[W]

$t_e =$	-15	[°C]	
$t_i =$	20	[°C]	Tep. ztráta místnosti pr. tepla $Q_p$ [W]
			1429,096

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 2.N.P. pro kuchyň a jídelnu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot $\Delta t$	k. $\Delta t$	Tepelná ztráta $Q_o$	Vliv chladných stěn $p_1$	Na urychlení zátopy $p_2$	Na světovou stranu $p_3$	$p_1+p_3$	Celková tep. ztráta $Q_b$
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	0,43	5,8	2,55	14,79	2	5,76	9,03	0,465	35	16,275	146,96325					
OZ1	0,07	0,6	1,6	0,96	0	0	0,96	2,7	35	94,5	90,72					
OZ2	0,07	1,2	1,6	1,92	0	0	1,92	2,7	35	94,5	181,44					
OZ3	0,07	0,6	1,6	0,96	0	0	0,96	2,7	35	94,5	90,72					
OZ4	0,07	1,2	1,6	1,92	0	0	1,92	2,7	35	94,5	181,44					
SO2	0,43	4,3	2,55	10,965	0	0	10,965	0,465	35	16,275	178,45538					
Sch1	0,384	5,8	4,3	24,94	0	0	24,94	0,514	35	17,99	448,6706					
												0,1000855	0	0,05	0,150085	
			<b><math>\Sigma S</math></b>	56,455						<b><math>\Sigma Q_o</math></b>	1318,4092	<b>Prům. souč. pr. tepla <math>k_e</math> [ W.m<sup>2</sup>.K<sup>-1</sup>]</b>			0,667236	<b>2229,723294</b>

Tepelná ztráta větráním $Q_v$ [W]				
	$i_{LV}$ [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	$i_{LV}.L$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	4,4	0,000616	
OZ2	0,00014	5,6	0,000784	
OZ3	0,00014	4,4	0,000616	
OZ4	0,00014	5,6	0,000784	
	$\Sigma(i_{LV}.L)$		0,0028	
Charak. č.budovy B		8	[Pa <sup>0,67</sup> ]	
Charak. č. místnosti M		0,7	[1]	
Obj. tok větr. vzduchu $V_{VP}$		0,01568	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	
Tep. ztr. větráním $Q_v$		<b>713,44</b>	[W]	

$t_e = -15$	[°C]		
$t_i = 20$	[°C]	Tep. ztráta místnosti pr. tepla $Q_p$ [W]	<b>1516,283</b>

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 2.N.P. pro schodiště

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot $\Delta t$	k. $\Delta t$	Tepelná ztráta $Q_0$	Vliv chladných stěn $p_1$	Na urychlení zátopy $p_2$	Na světovou stranu $p_3$	$p_1+p_3$	Celková tep. ztráta $Q_k$
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	0,43	2,2	3,9	8,58	0	0	8,58	0,465	30	13,95	119,691					
Sch1	0,384	2,2	3,8	8,36	0	0	8,36	0,514	30	15,42	128,9112					
												0,0733773	0	0,1	0,173377	
			$\Sigma S$	16,94						$\Sigma Q_0$	248,6022	Prům. souč. pr. tepla $k_e$ [ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]			0,489182	291,7041714

$t_e =$	-15	[°C]		
$t_i =$	15	[°C]	Tep. ztráta místnosti pr. tepla $Q_p$ [W]	291,7042

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 2.N.P. pro koupelnu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot $\Delta t$	k. $\Delta t$	Tepelná ztráta $Q_0$	Vliv chladných stěn $p_1$	Na urychlení zátopu $p_2$	Na světovou stranu $p_3$	$p_1+p_3$	Celková tep. ztráta $Q_b$
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	0,43	4,5	2,55	11,475	1	1,08	10,395	0,465	39	18,135	188,51333					
OZ1	0,07	1,2	0,9	1,08	0	0	1,08	2,7	39	105,3	113,724					
Sch1	0,384	4,5	3,8	17,1	0	0	17,1	0,514	39	20,046	342,7866					
												0,0836574	0	0,1	0,183657	
$\Sigma S$				29,655						$\Sigma Q_0$	645,02393	<b>Prům. souč. pr. tepla <math>k_e</math> [ W.m<sup>2</sup>.K<sup>-1</sup>]</b>			0,557716	<b>930,4323249</b>
											$t_e = -15$	[°C]				
											$t_i = 24$	[°C]	<b>Tep. ztráta místnosti pr. tepla <math>Q_p</math> [W]</b>		<b>763,4874</b>	

Tepelná ztráta větráním $Q_v$ [W]				
	$i_{LV}$ [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	$i_{LV}.L$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	4,2	0,000588	
$\Sigma(i_{LV}.L)$			0,000588	
Charak. č.budovy B			8	[Pa <sup>0,67</sup> ]
Charak. č. místnosti M			0,7	[1]
Obj. tok větr. vzduchu $V_{vP}$			0,0032928	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
Tep. ztr. větráním $Q_v$			<b>166,94496</b>	[W]

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 2.N.P. pro pokoj 2

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k. Δt	Tepelná ztráta Q <sub>0</sub>	Vliv chlazených stěn p <sub>1</sub>	Na urychlení zátopu p <sub>2</sub>	Na světovou stranu p <sub>3</sub>	p <sub>1</sub> +p <sub>3</sub>	Celková tep. ztráta Q <sub>b</sub>
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	0,43	4	2,55	10,2	0	0	10,2	0,465	35	16,275	166,005					
SO2	0,43	6,55	2,55	16,7025	1	3,68	13,0225	0,465	35	16,275	211,94119					
OZ1	0,07	0,8	1,6	1,28	0	0	1,28	2,7	35	94,5	120,96					
OZ2	0,07	1,5	1,6	2,4	0	0	2,4	2,7	35	94,5	226,8					
Sch1	0,384	6,55	4	26,2	0	0	26,2	0,514	35	17,99	471,338					
												0,0903481	0	0,05	0,140348	
ΣS				56,7825						ΣQ <sub>0</sub>	1197,0442					
									t <sub>e</sub> = -15	[°C]	Prům. souč. pr. tepla k <sub>e</sub> [ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]			0,60232	1757,439031	
Tepelná ztráta větráním Q <sub>v</sub> [W]									t <sub>i</sub> = 20	[°C]	Tep. ztráta místnosti pr. tepla Q <sub>p</sub> [W]			1365,047		

Tepelná ztráta větráním $Q_v$ [W]				
	$i_{LV}$ [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	$i_{LV}.L$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	4,8	0,000672	
OZ2	0,00014	6,2	0,000868	
$\Sigma (i_{LV}.L)$			0,00154	
Charak. č.budovy B		8	[Pa <sup>0,67</sup> ]	
Charak. č. místnosti M		0,7	[1]	
Obj. tok větr. vzduchu $V_{vp}$		0,008624	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	
Tep. ztr. větráním $Q_v$		392,392	[W]	

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 2.N.P. pro chodbu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k.Δt	Tepelná ztráta Qo	Vliv chlazených stěn p1	Na urychlení zátoku p2	Na světovou stranu p3	p1+p3	Celková tep. ztráta Qb	
	[m]	[m]	[m]	[m²]	[1]	[m²]	[m²]	[W.m².K⁻¹]	[K]	[W.m²]	[W]	[ W.m².K⁻¹]	[1]	[1]	[1]	[W]	
Sch1	0,384	3,45	4	13,8	0	0	13,8	0,514	30	15,42	212,796						
Sch2	0,384	3,15	1,9	5,985	0	0	5,985	0,514	30	15,42	92,2887						
											0,0771						0
			ΣS	19,785						ΣQo	305,0847	Prům. souč. pr. tepla ko [ W.m².K⁻¹]			0,514	328,6067304	
									te = -15	°C							
									ti = 15	°C	Tep. ztráta místnosti pr. tepla Qp [W]			328,6067			

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 1.N.P. pro pokoj pro hosty

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k.Δt	Tepelná ztráta Q <sub>0</sub>	Vliv chladných stěn p <sub>1</sub>	Na urychlení zátopu p <sub>2</sub>	Na světovou stranu p <sub>3</sub>	p <sub>1</sub> +p <sub>3</sub>	Celková tep. ztráta Q <sub>b</sub>
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	43	4,45	2,55	11,3475	0	0	11,3475	0,465	35	16,275	184,68056					
SO2	43	4	2,55	10,2	1	2,88	7,32	0,465	35	16,275	119,133					
OZ1	7	0,6	1,6	0,96	0	0	0,96	2,7	35	94,5	90,72					
OZ2	7	1,2	1,6	1,92	0	0	1,92	2,7	35	94,5	181,44					
Pdl	30,5	4,45	4	17,8	0	0	17,8	0,581	10	5,81	103,418					
			Σ S	42,2275						Σ Q <sub>0</sub>	679,39156	0,0689522	0	0	0,068952	
												Prům. souč. pr. tepla k <sub>e</sub> [ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]		0,459681	1082,957091	

Tepelná ztráta větráním $Q_v$ [W]				
	$i_{LV}$ [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	$i_{LV}.L$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	4,4	0,000616	
OZ2	0,00014	5,6	0,000784	
		$\Sigma (i_{LV}.L)$	0,0014	
Charak. č.budovy B		8		[Pa <sup>0,67</sup> ]
Charak. č. místnosti M		0,7		[1]
Obj. tok větr. vzduchu $V_{vP}$		0,00784		[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
Tep. ztr. větráním $Q_v$		356,72		[W]

$t_e = -15$	[°C]		
$t_i = 20$	[°C]	Tep. ztráta místnosti pr. tepla $Q_p$ [W]	726,2371
$t_{gr} = 10$	[°C]		

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 1.N.P. pro pracovnu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k.Δt	Tepelná ztráta Qo	Vliv chladných stěn p1	Na urychlení zátopu p2	Na světovou stranu p3	p1+p3	Celková tep. ztráta Qb
	[m]	[m]	[m]	[m²]	[1]	[m²]	[m²]	[W.m².K⁻¹]	[K]	[W.m²]	[W]	[ W.m².K⁻¹]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	0,43	3,55	2,55	9,0525	1	2,88	6,1725	0,465	35	16,275	100,45744					
OZ1	0,07	0,6	1,6	0,96	0	0	0,96	2,7	35	94,5	90,72					
OZ2	0,07	1,2	1,6	1,92	0	0	1,92	2,7	35	94,5	181,44					
PdI	0,305	3,55	3,5	12,425	0	0	12,425	0,581	10	5,81	72,18925					
ΣS			24,3575							ΣQo	444,80669	0,078264	0	-0,05	0,028264	
Prům. souč. pr. tepla ke [ W.m².K⁻¹]												0,52176	814,0986854			

Tepelná ztráta větráním $Q_v$ [W]				
	$i_{LV}$ [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	$i_{LV}.L$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	4,4	0,000616	
OZ2	0,00014	5,6	0,000784	
		$\Sigma (i_{LV}.L)$	0,0014	
Charak. č.budovy B			8	[Pa <sup>0,67</sup> ]
Charak. č. místnosti M			0,7	[1]
Obj. tok větr. vzduchu $V_{vp}$			0,00784	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
Tep. ztr. větráním $Q_v$			356,72	[W]

$t_e = -15$	[°C]		
$t_i = 20$	[°C]	<b>Tep. ztráta místnosti pr. tepla <math>Q_p</math> [W]</b>	
$t_{gr} = 10$	[°C]	457,3787	



**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 1.N.P. pro hernu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k.Δt	Tepelná ztráta Qo	Vliv chlazených stěn p1	Na urychlení zátoku p2	Na světovou stranu p3	p1+p3	Celková tep. ztráta Q6
	[m]	[m]	[m]	[m²]	[1]	[m²]	[m²]	[W.m².K⁻¹]	[K]	[W.m²]	[W]	[ W.m².K⁻¹]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	43	7,45	2,55	18,9975	1	1,08	17,9175	0,465	35	16,275	291,60731					
SO2	43	5,2	2,55	13,26	1	2,52	10,74	0,465	35	16,275	174,7935					
OZ1	7	1,2	0,9	1,08	0	0	1,08	2,7	35	94,5	102,06					
DO	4	1,2	2,1	2,52	0	0	2,52	2,6	35	91	229,32					
Pdl	30,5	7,45	5,2	38,74	0	0	38,74	0,581	10	5,81	225,0794					
			ΣS	74,5975						ΣQo	1022,8602	0,0587645	0	0	0,058765	
												Prům. souč. pr. tepla ke [ W.m².K⁻¹]			0,391763	1232,790507

Tepelná ztráta větráním Q <sub>v</sub> [W]				
	i <sub>LV</sub> [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	i <sub>LV</sub> .L [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	4,2	0,000588	
		$\Sigma (i_{LV}.L)$	0,000588	
Charak. č.budovy B		8	[Pa <sup>0,67</sup> ]	
Charak. č. místnosti M		0,7	[1]	
Obj. tok větr. vzduchu V <sub>v,p</sub>		0,0032928	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	
Tep. ztr. větráním Q <sub>v</sub>		<b>149,8224</b>	[W]	

t <sub>e</sub> = -15	[°C]		
t <sub>i</sub> = 20	[°C]	Tep. ztráta místností pr. tepla Q <sub>p</sub> [W]	<b>1082,968</b>
t <sub>gr</sub> = 10	[°C]		

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 1.N.P. pro vstupní halu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k.Δt	Tepelná ztráta Qo	Vliv chladných stěn p1	Na urychlení zátoku p2	Na světovou stranu p3	p1+p3	Celková tep. ztráta Qb
	[m]	[m]	[m]	[m²]	[1]	[m²]	[m²]	[W.m².K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m²]	[W]	[ W.m².K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	43	3	2,55	7,65	1	3,36	4,29	0,465	35	16,275	69,81975					
DO	4	1,6	2,1	3,36	0	0	3,36	4,7	35	164,5	552,72					
Pdl	30,5	3	4,3	12,9	0	0	12,9	0,581	10	5,81	74,949					
			ΣS	23,91						ΣQo	697,48875	0,1250204	0	0,05	0,17502	
												Prům. souč. pr. tepla ke [ W.m².K <sup>-1</sup> ]		0,833469	819,5635023	
te = -15		[°C]														
ti = 20		[°C]		Tep. ztráta místnosti pr. tepla Qp [W]										819,5635		
tgr= 10		[°C]														

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 1.N.P. pro šatnu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k. Δt	Tepelná ztráta Qo	Vliv chladných stěn p1	Na urychlení zátopy p2	Na světovou stranu p3	p1+p3	Celková tep. ztráta Qb
	[m]	[m]	[m]	[m²]	[1]	[m²]	[m²]	[W.m².K⁻¹]	[K]	[W.m²]	[W]	[ W.m².K⁻¹]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	43	2,8	2,55	7,14	1	1,08	6,06	0,465	35	16,275	98,6265					
SO2	43	4,3	2,55	10,965	0	0	10,965	0,465	35	16,275	178,45538					
OZ1	7	1,2	0,9	1,08	0	0	1,08	2,7	35	94,5	102,06					
PdI	30,5	2,8	4,3	12,04	0	0	12,04	0,581	10	5,81	69,9524					
			ΣS	31,225						ΣQo	449,09428	0,0616394	0	0,05	0,111639	
												Prům. souč. pr. tepla ko [ W.m².K⁻¹]		0,410929	649,053283	

Tepelná ztráta větráním $Q_v$ [W]				
	$i_{LV}$ [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	$i_{LV}.L$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	4,2	0,000588	
		$\Sigma(i_{LV}.L)$	0,000588	
Charak. č.budovy B		8		[Pa <sup>0,67</sup> ]
Charak. č. místnosti M		0,7		[1]
Obj. tok větr. vzduchu $V_{VP}$		0,0032928		[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
Tep. ztr. větráním $Q_v$		<b>149,8224</b>		[W]

$t_e = -15$	[°C]	
$t_i = 20$	[°C]	<b>Tep. ztráta místnosti pr. tepla <math>Q_p</math> [W]</b>
$t_{gr} = 10$	[°C]	<b>499,2309</b>

Příloha 4- Tabulka tepelných ztrát 1.N.P. pro kotelnu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k.Δt	Tepelná ztráta Qo	Vliv chladných stěn p <sub>1</sub>	Na urychlení zátoku p <sub>2</sub>	Na světovou stranu p <sub>3</sub>	p <sub>1</sub> +p <sub>3</sub>	Celková tep. ztráta Q <sub>e</sub>	
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]	
SO1	43	2,2	1,9	4,18	1	0	4,18	0,465	35	16,275	68,0295						
Pd1	30,5	2,2	3,8	8,36	0	0	8,36	0,581	10	5,81	48,5716						
			Σ S	12,54						Σ Q <sub>o</sub>	116,6011	0,03985	0	0,05	0,08985		
												Prům. souč. pr. tepla k <sub>e</sub> [ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]		0,265667	127,0777088		
												t <sub>e</sub> = -15	[°C]				
												t <sub>i</sub> = 20	[°C]	Tep. ztráta místnosti pr. tepla Q <sub>p</sub> [W]		127,0777	
												t <sub>gr</sub> = 10	[°C]				

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 1.N.P. pro prádelnu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k.Δt	Tepelná ztráta Qo	Vliv chlazených stěn p1	Na urychlení zátoku p2	Na světovou stranu p3	p1+p3	Celková tep. ztráta Qb
	[m]	[m]	[m]	[m²]	[1]	[m²]	[m²]	[W.m².K⁻¹]	[K]	[W.m²]	[W]	[ W.m².K⁻¹]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	43	4,5	2,55	11,475	1	1,08	10,395	0,465	35	16,275	169,17863					
OZ1	7	1,2	0,9	1,08	0	0	1,08	2,7	35	94,5	102,06					
PdI	30,5	3,7	3,8	14,06	0	0	14,06	0,581	10	5,81	81,6886					
			ΣS	26,615						ΣQo	352,92723	0,0568306	0	0,1	0,156831	
												Prům. souč. pr. tepla ko [ W.m².K⁻¹]		0,37887	558,099398	

Tepelná ztráta větráním $Q_v$ [W]				
	$i_{LV}$ [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	$i_{LV}.L$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	4,2	0,000588	
		$\Sigma (i_{LV}.L)$	0,000588	
Charak. č.budovy B		8		[Pa <sup>0,67</sup> ]
Charak. č. místnosti M		0,7		[1]
Obj. tok větr. vzduchu $V_{vP}$		0,0032928		[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
Tep. ztr. větráním $Q_v$		<b>149,8224</b>		[W]

$t_e = -15$	[°C]		
$t_i = 20$	[°C]	<b>Tep. ztráta místnosti pr. tepla <math>Q_p</math> [W]</b>	
$t_{gr} = 10$	[°C]	<b>408,277</b>	

**Příloha 4-** Tabulka tepelných ztrát 1.N.P. pro sušárnu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot $\Delta t$	k. $\Delta t$	Tepelná ztráta $Q_o$	Vliv chladných stěn $p_1$	Na urychlení zátopy $p_2$	Na světovou stranu $p_3$	$p_1+p_3$	Celková tep. ztráta $Q_b$
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]
SO1	43	4	2,55	10,2	0	0	10,2	0,465	35	16,275	166,005					
SO2	43	6,55	2,55	16,7025	2	3,81	12,8925	0,465	35	16,275	209,82544					
OZ1	7	1,2	1,6	1,92	0	0	1,92	2,7	35	94,5	181,44					
DO	4	0,9	2,1	1,89	0	0	1,89	2,6	35	91	171,99					
Pdl	30,5	4	6,55	26,2	0	0	26,2	0,581	10	5,81	152,222					
			$\Sigma S$	56,9125						$\Sigma Q_o$	881,48244	0,0663788	0	0,05	0,116379	
												<b>Prům. souč. pr. tepla <math>k_e</math> [ W.m<sup>2</sup>.K<sup>-1</sup>]</b>			0,442525	<b>1183,831481</b>

Tepelná ztráta větráním $Q_v$ [W]				
	$i_{LV}$ [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	L [m]	$i_{LV}.L$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	
OZ1	0,00014	5,6	0,000784	
		$\Sigma(i_{LV}.L)$	0,000784	
Charak. č.budovy B		8	[Pa <sup>0,67</sup> ]	
Charak. č. místnosti M		0,7	[1]	
Obj. tok větr. vzduchu $V_{vP}$		0,0043904	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	
Tep. ztr. větráním $Q_v$		199,7632	[W]	

$t_e = -15$	[°C]		
$t_i = 20$	[°C]	<b>Tep. ztráta místnosti pr. tepla <math>Q_p</math> [W]</b>	<b>984,0683</b>
$t_{gr} = 10$	[°C]		

Příloha 4- Tabulka tepelných ztrát 1.N.P. pro chodbu

	Tloušťka	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel pr. tepla k	Rozdíl teplot Δt	k.Δt	Tepelná ztráta Qo	Vliv chladných stěn p1	Na urychlení zátoku p2	Na světovou stranu p3	p1+p3	Celková tep. ztráta Qb	
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[1]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[K]	[W.m <sup>2</sup> ]	[W]	[ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	[1]	[1]	[1]	[W]	
PdI1	30,5	3,45	4	13,8	0	0	13,8	0,581	5	2,905	40,089						
PdI2	30,5	3,15	1,9	5,985	0	0	5,985	0,581	5	2,905	17,386425						
			Σ S	19,785						Σ Qo	57,475425	0,02905	0	0	0,02905		
												Prům. souč. pr. tepla k <sub>e</sub> [ W.m <sup>2</sup> .K <sup>-1</sup> ]		0,193667	59,1450861		
												t <sub>i</sub> = 15 [°C]		Tep. ztráta místnosti pr. tepla Q <sub>p</sub> [W]		59,14509	
												t <sub>gr</sub> = 10 [°C]					